De Ingenieur

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN AANVERWANTE WETENSCHAPPEN

UIT DE INHOUD

ALGEMEEN GEDEELTE 49:

Het IX-de Internationale Wegencongres van de Permanente Internationale Vereniging voor Wegencongressen te Lissabon, 24 — 29 September 1951, door ir J. F. L. van Gils, c.i.

CHEMISCHE TECHNIEK 9:

De mengsnelheid van vloeistoffen in een met een propeller geroerd vat, door prof. ir H. Kramers en ir W. H. Knoll.

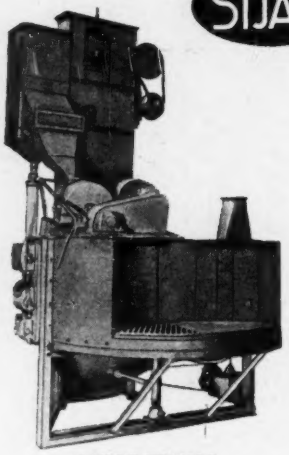
Moleculaire destillatie, door ir H. Booy.

BETON 10:

De breukzekerheid in doorsneden van gewapend-beton en van gespannen beton, door ir W. C. Coepijn.

Ingenieur • Jaargang 63 • No. 49 A 519-530; Ch. 67-80; Bt. 81-92 's-Gravenhage, 7 Dec. 1951

SIJAM



GRITCENTRIFUGE

ZANDSTRALEN ZONDER PERSLUCHT

N.V. MACHINE- EN APPARATENFABRIEK

SIJBRANDIJ - AMSTERDAM (O)

POLDERWEG 12—14 — TEL. 56391—55497

DE JONG - OLIESTOOKINSTALLATIES

met Hogedruk Wervelverstuiving

systeem Dikkers-Bargeboer (geoctrooieerd)

voor fabrieken en schepen

A. DE JONG N.V.

MACHINEFABRIEK - VLAARDINGEN

HOFLAAN 7 - TEL. VLAARDINGEN 3941 - ROTTERDAM 69250

COMPRESSORS

voor alle gassen en iederen druk tot 1000 atm. voor alle doeleinden.

ZUURSTOF, STIKSTOF tot 99,9 %

DEPOTS DOOR HET GEHEELE LAND

Zuurstoffabrieken te Schiedam, Amsterdam, Utrecht, Groningen, Hengelo, Dieren, Tandjong Priok, Soerabaja en Bandoeng.

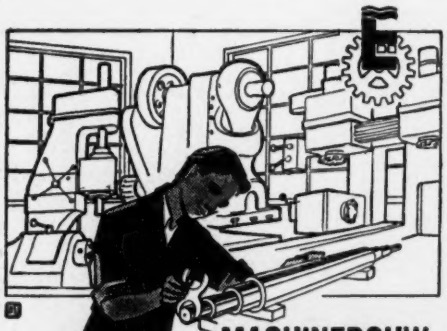
APPARATEN VOOR AUTOGENE METAALBEWERKING

Vakkundige reparatie van alle merken.

W. A. HOEK's

MACHINE- EN ZUURSTOFFABRIEK

MACHINEFABRIEK EN HOOFDKANTOOR TE SCHIEDAM

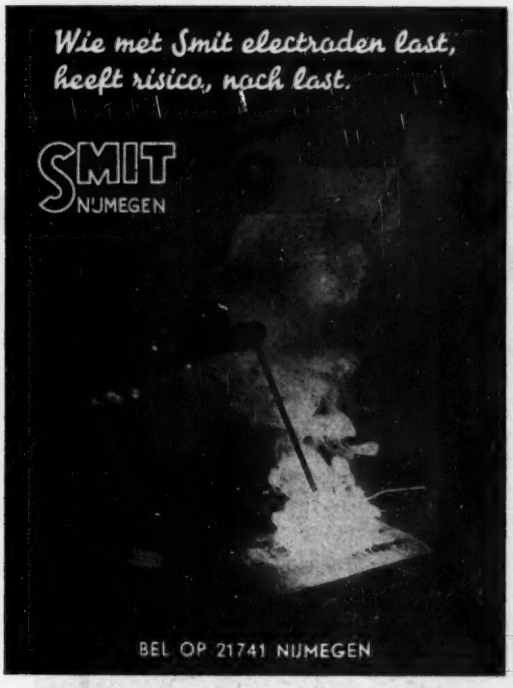


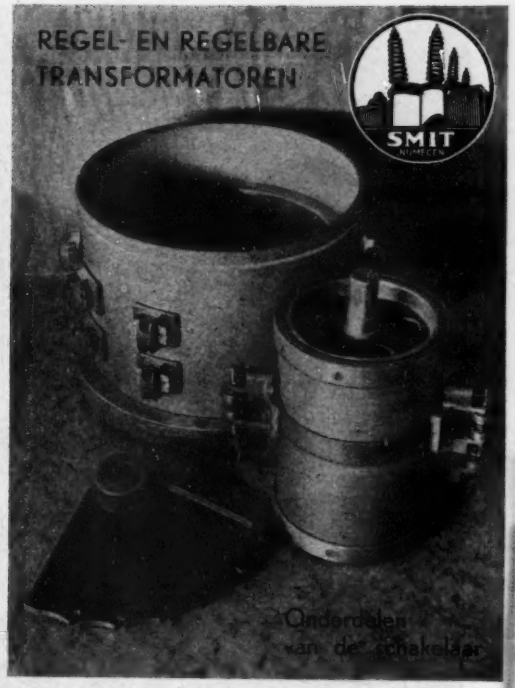
MACHINEBOUW

bandtransporteurs
zakkenvulapparaten
trilzeven
transportinstallaties
machine-onderdelen
revisies
draai-, schaaf-,
frais- en kotterwerk

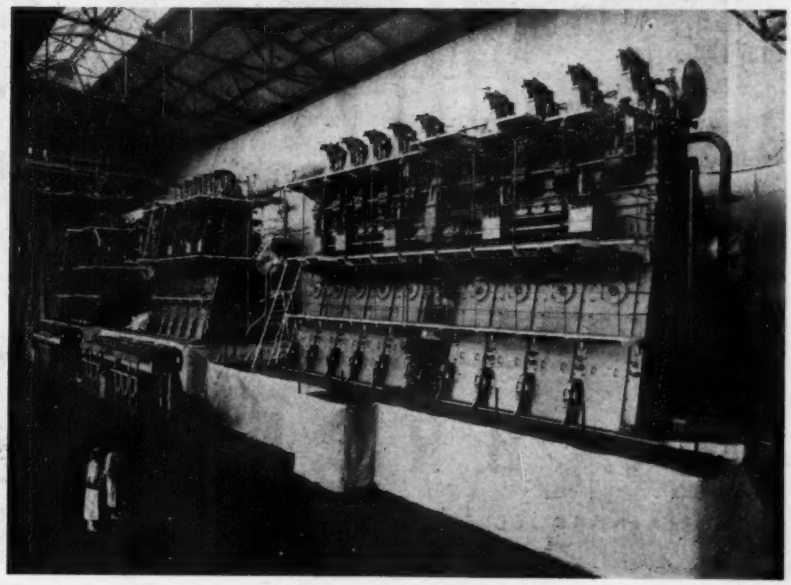
Escher

2e van der Kunstraat 10-14 - Tel. 183140 - Den Haag





MACHINEFABRIEK en SCHEEPSWERF van
P. SMIT Jr N.V. ROTTERDAM



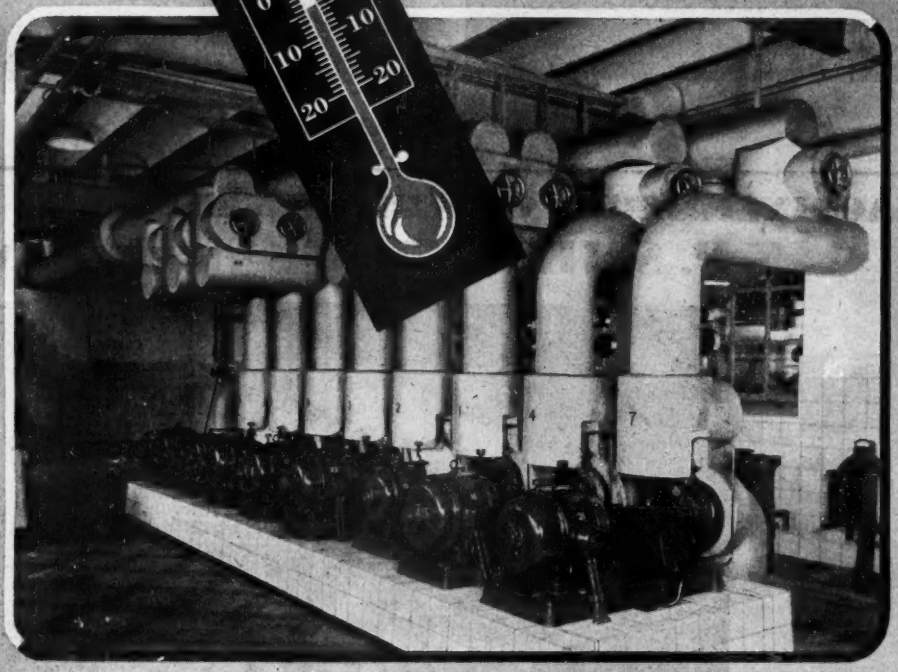
Op de voorgrond de voortstuwingsmotor van het m.s. Straat Banka. Op de achtergrond de beide motoren voor de Argentijnse Tanker Comodoro Rivadavia.

★

BRONSWERK

voor koude in het groot

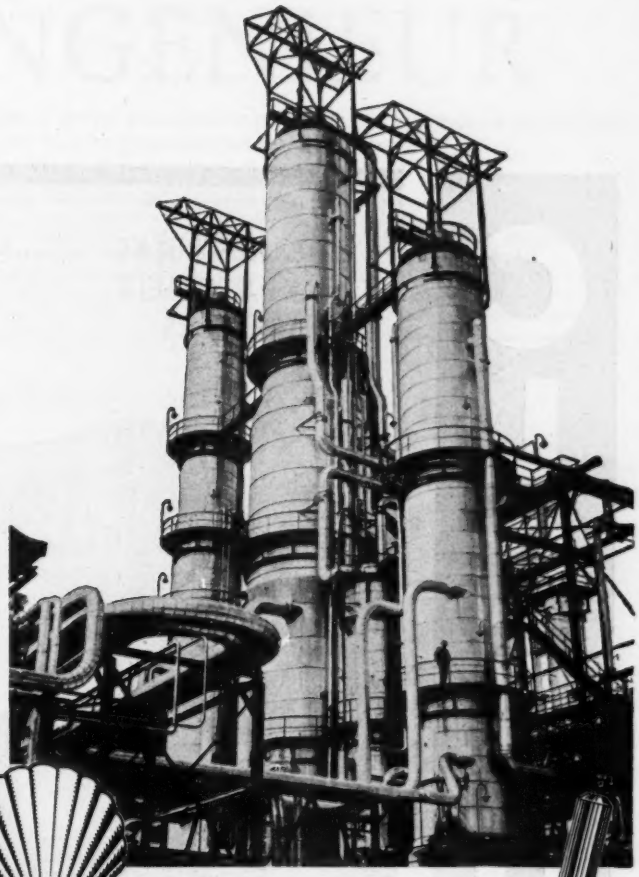
Installaties voor schepen,
koelhuizen,
vriestunnels,
abattoirs,
ziekenhuizen,
zuivelbedrijven,
veilinggebouwen,
laboratoria.



N.V. BRONSWERK

AFDELING KOELTECHNIEK – AMSTERDAM – TELEFOON 61061

Bauduin



Goed gereedschap is het halve werk

Het bedrijf van de Koninklijke/Shell Groep, over vrijwel de gehele wereld verbreid, omvat alle bewerkingen verbonden aan het opsporen, winnen, verwerken, vervoeren en het op de markt brengen van aardolie en de talrijke daaruit verkregen producten. Ook bij de aardolie-industrie is tijd geld. Daarom is er overal door het inrichten van goed geoutilleerde werkplaatsen voor gezorgd, dat herstelling en vernieuwing van gereedschap en materiaal met het minst mogelijke tijdverlies geschieden. *Daarom vindt U ook hier weer BOFA-boren in gebruik.*

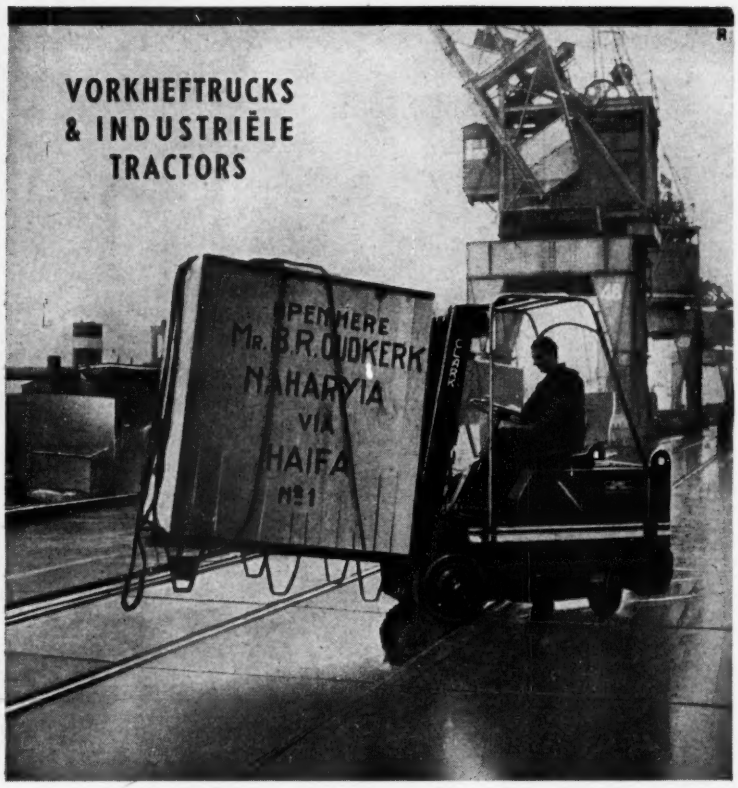
VOOR IEDEREEN DIE GATEN BOORT, EEN BOFA-BOOR UIT AMERSFOORT

BORENFABRIEK **BOFA**

BOFA

AMERSFOORT-HOLLAND

CLARK



KOOPMAN & CO

AMSTERDAM STADHOUDERSKADE 6, TELEFOON 82821
Djakarta, Pintu Besar Utara 7, Tel. Kota 1363 en 668
New-York, 165 Broadway, Tel. BEekman 3—8188

DE INGENIEUR

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN DE ECONOMIE VAN OPENBARE WERKEN EN NIJVERHEID
ORGAAN VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
EN VAN DE VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS

COMMISSIE VAN TOEZICHT: Jhr ir O. C. A. VAN LIDTH DE JEUDE / ir H. J. F. ECKENHUIJSEN SMIT, Secr. / Prof. ir C. M. VAN WIJNGAARDEN
VERANTWOORDELIJK HOOFDREDACTEUR: Ir H. SANGSTER. **PLAATSVERVANGEND HOOFDREDACTEUR:** Ir J. VON KÖNIGSLÖW
REDACTIE-ADRES (Tevens voor adreswijzigingen): PRINSESSEGRACHT 23 / 's-GRAVENHAGE / TELEFOON 117692

Het K.I.v.I. en de V.v.D.I. stellen zich niet verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld

Abonnementen en advertentiën: N.V. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. DOMSTRAAT 1-3, UTRECHT, TELEFOON 19547. Giro 35973
Abonnementsprijs f 36,- p.j. / Buitenland f 39,25 Losse nrs. f 1.- Advertenties f 0,46 per mm per kolom van ¼ der pag. breedte / Contract Speciaal Tarief.

A. ALGEMEEN GEDEELTE 49.

Het IX-de Internationale Wegencongres van de Permanente Internationale Vereniging voor Wegencongressen te Lissabon, 24 — 29 September 1951

door ir J. F. L. VAN GILS

Op Maandag 24 September jl. opende het Instituto Superior Tecnico (de Technische Hogeschool) te Lissabon zijn deuren om de ruim 1200 congressisten (waaronder zeer vele dames) uit meer dan 40 landen te ontvangen; op Zaterdag 29 September verrichtten de deelnemers er hun laatste congreswerkzaamheden en werd na deze week van vergaderingen en enige ontvangsten gelegenheid gegeven deel te nemen aan excursies, die de congressisten een beeld zouden geven van Portugal en zijn wegen en bruggen.

Voor het Congres waren zes vragen opgesteld, welke reeds geruime tijd te voren door de Permanente Commissie ter bestudering waren bekend gemaakt en waarop 67 rapporten door de landen waren ingediend. De congrestalen waren Portugees, Frans en Engels.

Eerste vraag

Vorderingen sedert het Congres te 's-Gravenhage in 1938:
a) in het gebruik van cement en van bijzondere materialen voor de constructie van wegverhardingen en startbanen;
b) in de bereiding en de verwerking van plastische bindmiddelen (teer, asfaltbitumen, asfaltpoeder en andere plastische materialen) voor de constructie van wegverhardingen en startbanen.

In het algemeen gesproken, heeft men geconstateerd en hierop is in de meeste rapporten gewezen, dat de wereldoorlog het onderzoek en de oplossing van problemen, die verband houden met verhardingen van wegen en startbanen, in hoge mate heeft beïnvloed. Hierbij zij opgemerkt dat deze beïnvloeding in hoofdzaak geldt de materialen, die nu in gebruik zijn. Noch zijn nieuwe materialen noch nieuwe constructie-typen toegepast, welke tot definitieve conclusies aanleiding kunnen geven, aangezien daarvoor de tijd van beproeving nog te kort is.

Ten aanzien van de proefnemingen is een tendens op te merken om de min of meer empirische methoden te vervangen door methoden op meer wetenschappelijke basis. De hierop betrekking hebbende conclusie vestigt de aandacht op het belang van proeven in het laboratorium en die op de weg en de startbaan, welke elkaar moeten aanvullen. De proeven in de praktijk moeten betrekking hebben op de uitvoeringsmethoden en op het gedrag van de verhardingen.

De economische voordelen, die voor de verschillende landen uit de onderzoekingen resulteren, zijn zeer belangrijk, aangezien men hierdoor niet alleen tot een rationele toepassing van de beschikbare materialen is gekomen (materialen, waaraan men noodgedwongen meestal de voorkeur moet geven boven geïmporteerd materiaal, ook al is de kwaliteit minder), doch ook betere verwerkingsmethoden zijn verkregen, waardoor de levensduur van de uitgevoerde werken kon verlengd worden. In de rapporten wordt de aandacht gevestigd op goed gestabiliseerde en goed gedraineerde funderingen, wat ook het type van het wegdek moge zijn, aangezien men van mening is, dat de wegen slechts op deze wijze weerstand kunnen bieden aan de zware belastingen als gevolg van de nog steeds toenemende, zwaardere gewichten van het verkeer; hierop is een van de conclusies gebaseerd.

Ook moet er op gewezen worden, dat in de meeste landen, die rapporten hebben ingediend, het mechaniseren van uitvoeringsmethoden in de laatste jaren een zeer aanzienlijke vooruitgang heeft ondergaan, waarvan de voordelen tot uitdrukking komen in de snelheid waarmee de werken worden uitgevoerd en in de kwaliteit.

a Cement

In verscheidene rapporten wordt gewezen op het bevredigende gedrag van betonverhardingen, die reeds geruime tijd in gebruik zijn en waarvan het onderhoud gering is.

Wat betreft gewapend of ongewapend beton, wordt opgemerkt, dat beide typen worden toegepast, doch in de laatste jaren meer werken in ongewapend beton zijn uitgevoerd, zeer dikwijls uit economische overwegingen.

Gedurende de laatste jaren is een uitgesproken neiging merkbaar om het cementgehalte, voor zoveel als de con-

structie toelaat, te verlagen. De water-cement-factor wordt ook verlaagd.

De meest toegepaste soort cement is Portland-cement, ofschoon in enkele landen hoogwaardig cement wordt verkozen.

In landen waar hoogovencement vervaardigd kan worden schijnt de toepassing ervan economische voordelen te kunnen opleveren, als de kwaliteit en de levering verbeterd worden.

Minerale aggregaten en de middelen om ze te mengen en te distribueren zijn onderwerpen van intensief onderzoek geweest. Zowel steenslag met een ruw oppervlak als grind met een glad oppervlak hebben goede resultaten gegeven.

De toepassing van discontinue graderingen van het aggregaat wint steeds meer veld, in het bijzonder omdat deze gradering door de toeneming van het vermogen van de vibrators, geen beletsel meer vormt voor het verkrijgen van een goede dichtheid van het beton.

De aandacht wordt gevestigd op de tendens om tot toepassing van één laag van uniforme samenstelling over te gaan, inplaats van de uitvoering in twee lagen van verschillende samenstelling (de bovenlaag had een hoger cementgehalte). Men is hiertoe overgegaan, nadat werd vastgesteld, dat beschadigingen van het betonnen wegdek eerder aan de ondergrond of de fundering moeten worden toegeschreven, dan aan het gewicht dat de bovenlaag door het verkeer te dragen krijgt. In dit verband zou, zoals in een van de rapporten ten aanzien van de uitvoering in twee lagen wordt opgemerkt, de laag met het hoogste cementgehalte onder moeten liggen.

Verder blijkt uit de rapporten ook een neiging te bestaan tot het toepassen van een laag van uniforme dikte zonder verzwaringen van de randen en de hoeken.

Niettegenstaande de voegen in de meeste landen een onderwerp van ernstige studie vormen, kan het probleem van de voegen niet als opgelost worden beschouwd. Wat betreft de methoden om voegen aan te brengen zijn er enkele die ook in de toekomst van belang kunnen zijn, doch zij kunnen niet als volkomen bevredigend beschouwd worden. Aangezien de voegen zwakke punten in de wegconstructie blijven, worden proefnemingen verricht zowel om de voegconstructie te verbeteren als om het aantal voegen te verminderen.

Het mechaniseren van werkmethoden zowel voor het vervaardigen als voor het spreiden van het beton, heeft een zeer grote vereenvoudiging van het werk en een grote verbetering van de dichtheid van het beton tengevolge gehad. Er is thans een tendens merkbaar om het mengen door vaste installaties te doen plaats vinden, waarbij een uniform mengsel wordt verkregen en een goede contrôle op het mengen kan worden uitgeoefend.

Opgemerkt wordt, dat aan de op het Congres in 1938 vastgestelde eis, dat cementbeton-verhardingen slipvrij moeten zijn, nog niet is voldaan, ofschoon dit probleem voor wat betreft de cementbeton-verhardingen lang niet zo acuut is als bij verhardingen met plastische bindmiddelen.

Melding wordt gemaakt van een nieuw type wegdek in cementbeton, nl. platen uitgevoerd in voorgespannen beton. Ofschoon deze methode nog in een experimenteel stadium verkeert, schijnt zij bepaalde voordelen te bieden.

De toepassing van steenslagwegdekken, ingewassen met mortel heeft zich niet verder ontwikkeld; enkele rapporten maken hiervan melding.

Betonblokken (of tegels) worden nog steeds toegepast voor de aanleg van rijwielpaden en voetpaden.

Enkele rapporten vermelden de toepassing van gewalst beton, een agglomeraat met cementmortel, waarin het mineraal aggregaat in de van te voren aangebrachte cementmortel wordt gespreid.

Rubber

Gedurende de laatste 15 jaren zijn in enkele landen proeven uitgevoerd met betrekking tot de toepassing van rubber in wegdekken. Hiervan werd reeds melding gemaakt op het Haagse Congres in 1938. De belangstelling in dit product bestaat nog steeds, in 't bijzonder in de toepassing ervan in combinatie met asfaltbitumen met het doel de wrijvingsweerstand, het draagvermogen, de aanhechting en de trilling- en geluiddemping te verbeteren. Opgemerkt wordt echter, dat het nog niet mogelijk is tot definitieve conclusies ten aanzien van de toepassingsmogelijkheid ervan te komen. Verdere systematische onderzoeken in het laboratorium en op de weg worden aanbevolen; over de resultaten ervan zal op het a.s. Congres rapport worden uitgebracht.

b) Plastische bindmiddelen

De plastische bindmiddelen welke het meest in wegdekken en startbanen worden toegepast zijn asfaltbitumen, teer, bitumineuze emulsies en vloeibitumen.

Een zeer intensief gebruik wordt van vloeibitumen gemaakt, vooral in landen waar asfaltbitumen wordt verkregen door destillatie van petroleum. Opgemerkt wordt, dat ingrijpende wijzigingen in de voorschriften voor vloeibitumina zijn aangebracht, waarvan soorten met een hogere viscositeit als nieuwe producten zijn te beschouwen.

In de terminologie van de plastische bindmiddelen en de beproevingsmethoden blijkt in de verschillende landen een grote verscheidenheid te bestaan, welke het onderzoekingswerk ten zeerste belemmert. Aanbevolen wordt de normalisatie van de terminologie in handen te geven van een Permanente Commissie van de Permanente Internationale Vereniging.

Sommige rapporten maken melding van gebreken die zich in bitumineuze verhardingen hebben geopenbaard. Deze gebreken worden toegeschreven aan de kwaliteit van het product, niettegenstaande zijn normen voldoen aan de gestelde eisen. De gebreken schijnen in 't bijzonder voor te komen bij asfaltbitumen verkregen uit petroleum. Aanbevolen wordt om deze kwestie zorgvuldig te doen bestuderen door een Commissie van de Permanente Internationale Vereniging in samenwerking met de fabrikanten van wegenbouwmaterialen en de raffinaderijen, aangezien het mogelijk wordt geacht, dat dit onderzoek zal leiden tot het vaststellen van nieuwe normen, waardoor de kwaliteit van het asfaltbitumen op bevredigende wijze gecontroleerd kan worden.

Onderzoekingen betreffende de adhesie tussen bitumineuze bindmiddelen en de minerale aggregaten zijn uitgevoerd zowel met droge als met vochtige aggregaten. Voorzover uit de rapporten kan worden afgeleid hebben deze proeven nog geen bevredigende resultaten opgeleverd. Ook kunnen geen definitieve conclusies getrokken worden ten aanzien van de daaraan toe te voegen producten welke in enkele rapporten worden genoemd, vooral niet omdat, alhoewel gunstige resultaten met activators verkregen zijn, er nog geen zekerheid bestaat dat deze resultaten blijvend zijn. Verder is het toepassen van activators altijd nog een delicate technische handeling; het gebruik wordt sterk belemmerd door de hoge prijs van het product. Aanbevolen wordt de onderzoeken met activators voort te zetten, aangezien deze aangelegenheid als zeer belangrijk wordt beschouwd, vooral in landen met een vochtig klimaat. Enkele rapporteurs menen echter dat deze kwestie als opgelost beschouwd kan worden voor oppervlaktebehandelingen.

De soorten deklagen waarvoor plastische bindmiddelen gebruikt worden en welke het meest in de verschillende landen worden toegepast zijn oppervlaktebehandeling, semi-penetratie en dunne deklagen met omhuld steenslag. Vooral dunne deklagen worden in verscheidene landen veel toegepast, dank zij de verbeteringen van de menginstallaties en het mechanisch spreiden. Er is een streven merkbaar om oppervlaktebehandelingen te vervangen door goedkope dunne wegdekken met omhuld materiaal, waardoor de rijkwaliteit wordt verbeterd en minder kans op zweten bestaat. De toepassing van mengsels welke met asfaltbitumen of teer zijn samengesteld is in de loop van de laatste jaren zeer toegenomen. In 't algemeen gesproken voldoen deze mengsels uitstekend en niet alleen voor nieuwe werken, doch ook voor reparaties.

Men meent, dat een Commissie van de Permanente Internationale Vereniging voor Wegencongressen onmiddellijk een onderzoek moet instellen naar de verschillende types apparaten voor het meten van de slipeigenschappen van de weg en ook, dat zij eisen voor deze machines en minimum waarden voor de wrijvingscoëfficiënten van wegdekken vaststelt.

Ten aanzien van het mechaniseren van de uitvoeringsmethoden, wordt opgemerkt, dat het gebruik van tankwagens voor het sproeien van het bindmiddel en mechanische spreiders voor het aggregaat algemeen is voor het sproeien en afstrooien van de oppervlakte en voor semi-penetratie.

Tweede Vraag

Vorderingen sedert het Haagse Congres in 1938 in de bestudering van de ondergrond der wegen.

1-ste Deel

Bepaling van de eigenschappen van de ondergrond: Beproevingsmethoden en meetinstrumenten

a) Algemene eigenschappen van de grondsoorten.

Betreffende het *onderzoek naar de algemene eigenschappen van grondsoorten* erkent men de noodzaak om de directe onderzoekingen door middel van proefgaten en boringen te combineren met de indirecte methoden, waardoor het veldwerk wordt vereenvoudigd en sneller en goedkoper aanwijzingen aangaande de structuur en de samenstelling van de ondergrond en de aanwezigheid van de vaste lagen wordt verkregen.

Wat de geophysische methoden betreft, heeft de toepassing van de weerstandmethode met gelijkstroom een zodanige hoogte in Spanje bereikt, dat zij als uitstekend kan worden gekwalificeerd voor het bepalen van de dikten van lagen en haar hoedanigheid. In het rapport wordt erop gewezen, dat deze methode niet beschouwd moet worden om in de plaats te treden van het mechanische onderzoek, doch bedoeld is als een proef op de som.

De statische penetratie-proeven zijn beperkt tot zachte grondsoorten, in andere gevallen geeft men de voorkeur aan stootmethoden. Het Zwitserse rapport bevat uitvoerige mededelingen aangaande de lichte stoot-proef zoals zij in het Laboratorium voor Hydraulica en Grondmechanica van de Technische Hogeschool wordt toegepast. Met het standaardtoestel voor het uitvoeren van de lichte stootproef kunnen penetraties tot 12 m diepte worden gemaakt. Het toestel, dat slechts 160 kg weegt, wordt door twee man bediend. De prestatie bedraagt 10 tot 40 m in 8 uren, afhankelijk van de aard van de bodem. Ondanks de bezwaren is de lichte stoot-proef een snelle en goedkope methode om de structuur van de bovenste grondlagen tot een diepte van ongeveer 10 m vast te stellen in gronden van daarvoor geschikte dichtheid en korrelsamenstelling.

In vele rapporten wordt gewezen op de moeilijkheid om bij identificatie-proeven de fijne fracties van kleigronden vast te stellen door een *mechanische analyse*. In Groot-Brittannië worden te dien aanzien uitvoerige proeven ondernomen, terwijl ook andere landen dit probleem in onderzoek hebben. De ondervonden moeilijkheden hebben ertoe geleid, dat andere identificatie-methoden op de voorgrond zijn gekomen, zoals die, bekend als de *grenzen van Atterberg*. De meer gebruikelijke proeven hebben betrekking op de vloei- en plasticiteitsgrens. De toegepaste methoden zijn in alle landen practisch dezelfde. Het Laboratorio del Transporto te Madrid erkent de toepassing van de Atterbergse grenzen als middel om de fijnere fracties van grondsoorten te classificeren, doch geeft de voorkeur aan de proef tot bepaling van het absorptievermogen van methyleenblauw. Onder de andere proeven, welke worden toegepast, maakt het rapport melding van de proef tot het bepalen van het verschil in *vochtigheidsgraad*, zoals zij in Zweden toepassing vindt voor het identificeren van klei. De uit deze proef afgeleide graad van plasticiteit van de grond komt overeen met de plasticiteitsindex van Atterberg.

In een van de conclusies wordt aanbevolen om de onderzoeken naar de beste methoden voor het vaststellen van de fijnere fracties in klei voort te zetten, met het doel zoveel mogelijk de menselijke factor daarbij uit te sluiten en een nauwere relatie te vinden tussen de resultaten van de proeven en de mechanische eigenschappen van de grond.

b) Grondwater

Algemeen komt in de landelijke rapporten tot uitdrukking, dat een voorafgaande kennis van het vochtgehalte van de ondergrond na de voltooiing van het werk een zeer belangrijke factor is, waarmede bij het ontwerp moet worden rekening gehouden; de belangrijkste variabele factoren die de sterkte van de ondergrond beïnvloeden, zijn afhankelijk van het vochtgehalte.

In het Britse rapport komt een uitvoerige uiteenzetting voor aangaande een nieuwe richting in het onderzoek naar de *verdeling van water in de ondergrond*. N.l. hecht men veel waarde aan de gedachte dat het vochtgehalte van de ondergrond na voltooiing van de verharding een kritische waarde bereikt (een constante vochtigheidsgraad), welke afhangt van de zuiging van de grond; deze eigenschap van de grond kan in het laboratorium gemeten worden. De mogelijkheid wordt hierdoor geopend relaties te vinden tussen de zuigingseigenschappen en de vloei- en plasticiteitsgrenzen van ongeroerde grond. Aanbevolen wordt deze onderzoekingen voort te zetten.

Met het oog op de grote waarde van de resultaten van systematische waarnemingen van het water in de bodem voor informatieve doeleinden, wordt in de conclusies aanbevolen om de pogingen ter verbetering van de apparaten voor het bepalen van het vochtgehalte en de poriënwaterdruk, voort te zetten.

Betreffende *vorst en opdooi*, merkt de rapporteur-generaal op, dat dit probleem reeds voor een groot deel is opgelost en daardoor zijn belangrijkheid verliest.

Het onderzoek naar de invloed van *droogte* op de bewegingen in de bodem door krimpen van kleiachtige gronden is daarentegen nog lang niet voltooid en moet worden voortgezet. Tevens wordt gewezen op het nut van waarnemingen bij bestaande wegen.

c) Verdichting van de ondergrond.

In nagenoeg alle rapporten wordt gewezen op de grote betekenis van het mechanisch verdichten van grond voor

ophogingen ofwel voor de verbetering van funderingen van wegen en startbanen.

Het is wenselijk gebleken de pogingen voort te zetten om de theorieën, de constructiemethoden en het materieel te perfectionneren, waarvan de efficiëntie en de economie van de verdichting afhankelijk is.

De meest gevolgde methode ter bestudering van de eigenschappen ten aanzien van de verdichting van de gronden, is gebaseerd op de *Proctor-proef*, overeenkomstig de voorschriften van de American Association of State Highway Officials, eventueel met enige wijziging in de uitvoering. De ervaring met deze proef heeft echter geleerd, dat men enige reserve ten aanzien van de betrouwbaarheid en de betekenis ervan in acht moet nemen voor sommige gronden.

Zonder de betekenis van een standaardmethode uit het oog te verliezen, erkent men ook de betekenis van de wijzigingen, die in verscheidene landen zijn ingevoerd in de gebruikelijke toepassing van de *verdichtingsproef*, met het doel om óf een grotere homogeniteit in de monsters te verkrijgen, óf om het nadeel van twee keer verdichten van één enkel monster te voorkomen, óf om de grens van de grootte van de bestanddelen van het monster te verhogen.

Voorts vestigen de conclusies er de aandacht op dat *proeven op het werk* met verdichtingsmaterieel, zeer interessante inlichtingen kunnen geven over het meest geschikte materieel en over de meest geschikte uitvoeringsmethode. Het Britse rapport wijst op het voordeel van proeven op het werk zelf boven proeven in het laboratorium.

Het vaststellen van het *droge gewicht* gaat in de regel nogal met moeilijkheden gepaard; men heeft er nog geen bevredigende methode voor gevonden. Voor de voortdurende controle van de verdichtingswerkzaamheden op grondwerken, moeten daarom snellere methodes dan die, welke het bepalen van het droog gewicht inhouden, tot ontwikkeling worden gebracht.

Het nut van de penetratienaald schijnt in dit opzicht zeer begrensd te zijn.

Interessante resultaten zijn verkregen met de conische handpenetrometer, waaromtrent Tsjecho-Slowakije interessante mededelingen doet.

d) Stabiliteit van de ondergrond

De meest algemeen gebruikte proeven voor het ontwerpen van flexibele verhardingen zijn die voor het vaststellen van de California Bearing Ratio en voor het ontwerpen van stijve verhardingen de plaatbelastingsproef op het werk.

Omtrent de *C.B.R.-proef* zeggen de conclusies het volgende: het is mogelijk de oorspronkelijke techniek van de C.B.R.-proef te perfectionneren, vooral wat betreft een meer nauwkeurige weergave van de feitelijke toestand in de ondergrond in het proefmonster. Vooral de oorspronkelijke methode betreffende het verzadigen van het monster geeft in vele gevallen een overdreven resultaat. Het zou economisch voordelig zijn deze methode te vervangen door een beproevingsmethode, welke aan het monster een vochtgehalte zou geven, gelijk aan die, welke in werkelijkheid in de ondergrond zou bestaan na de constructie van het wegdek, indien het mogelijk is deze met een bevredigende mate van zekerheid te voorspellen. Bij de interpretatie van de resultaten van de C.B.R.-proef op het werk zelf is het noodzakelijk erop bedacht te zijn, dat het natuurlijk vochtgehalte van de ondergrond op het moment van de proef gunstiger zou kunnen zijn dan na de constructie van het wegdek. De *plaatbelastingsproef* op het werk heeft het nadeel vaak moeilijk uitvoerbaar te zijn, terwijl daarvoor tevens een omvangrijke apparatuur nodig is. Bovendien wordt de proef gewoonlijk niet uitgevoerd onder de meest ongunstige omstandigheden van vochtgehalte in de bodem of bij een vochtigheidstoestand die overeenkomt met die na voltooiing van het werk.

Bij het toepassen van de resultaten van de plaatbelastingsproeven voor het ontwerpen van stijve wegdekken volgens WESTERGAARD's theorie, is het nodig de spanningen na te gaan, welke in de betonlaag door temperatuurverschillen ontstaan, vooral in een verticaal verloop, alsook de eventuele verschillen in volumen van de ondergrond, ontstaan door schommelingen in het vochtgehalte.

De methode om de dikte van de wegverharding op kleiachtige ondergrond te berekenen aan de hand van de schuifweerstand, bepaald door enkelvoudige samendrukkingsproeven op het werk, is met succes in verschillende landen toegepast. Aanbevolen wordt, de pogingen tot perfectionnering voort te zetten, waarvan eventueel een meer uitgebreide toepassing zal afhangen.

e) Wegen op slappe grond

Het vraagstuk van het aanleggen van wegen op slappe ondergrond, en wel in 't bijzonder op veen, is speciaal door de Ierse Vrijstaat, Noord-Ierland en Nederland uitvoerig behandeld.

Het Ierse rapport licht de eerste conclusies van recent uitgevoerde onderzoekingen over de oorzaken van deformaties van op veen gebouwde wegen toe. De algemene conclusie is, dat iedere wijziging in de bestaande belastingen door drainage of uitdroging van de grond tot deformatie en uiteindelijk tot breuk van de verharding leidt.

Een uitgebreide studie is gemaakt van de mechanische eigenschappen van het veen, welke alle in verband staan met het vochtgehalte, dat in alle gevallen zeer hoog is.

Het rapport van *Noord-Ierland* heeft betrekking op proefnemingen, ondernomen in natura gedurende de uitvoering van een wegvak door een veenachtig moeras, met springladingen teneinde specie van de ophoging door het veen heen te doen zakken tot op de onderliggende vaste kleilaag.

Het Congres heeft de volgende *conclusies*, betrekking hebbende op de aanleg van wegen op slappe ondergrond, aangenomen:

a) Om de vervormingen van wegen te beperken, welke op veenachtige ondergrond rusten, is het wenselijk vóór de uitvoering zoveel mogelijk een vermindering van het vochtgehalte te bewerkstelligen en het draagvermogen van de ondergrond te verbeteren door drainage en consolidatie. Met hetzelfde doel moet de ondergrond door een toepasselijke methode worden verdicht.

Zover als mogelijk is, moeten de daarna optredende variaties in het vochtgehalte van de ondergrond, in het bijzonder door indringing van regenwater, worden voorkomen, waarbij het noodzakelijk is ondoordringbare wegdekken toe te passen.

b) Wanneer het nodig is slechte grond te vervangen door een geschikt vulmateriaal, gefundeerd op een onderliggende laag van goede grond, zal het gebruik van springstoffen in het algemeen een bevredigende oplossing geven met de mogelijkheid van een belangrijke besparing vergeleken met de normale uitvoering van grondwerken, tenminste tot de diepte van de orde van grootte van 6 m tot een vaste laag.

c) Voor grotere dikten van slechte grond moet de keuze van de uit te voeren oplossing gemaakt worden aan de hand van speciale onderzoekingen.

De toepassing van een rijzenbed zal in het algemeen de goedkoopste oplossing geven.

Als de grondgesteldheid deze oplossing niet veroorlooft, is het nodig te kiezen, met de economie als belangrijkste

criterium, tussen vervanging van de slechte grond door geschikt materiaal en de uitvoering van een ondersteunende constructie, welke door middel van palen op de vaste grondslag rust.

2-de Deel

Grondstabilisatie met het oog op het gebruik daarvan in funderingen en verhardingen van wegen

De methoden voor het stabiliseren van grond ten behoeve van de constructie van funderingen en verhardingen van wegen en startbanen, hebben een belangstelling in alle landen gewekt, welke steeds toeneemt. Het stabiliseren van grond wordt vooral in overzeese gebieden op grote schaal toegepast, in verband met verschillende omstandigheden die daarvoor gunstig zijn. Een van de voornaamste redenen is, dat deze methode op snelle en economische wijze de aanleg van een uitgestrekt wegennet voor een geringe verkeersintensiteit mogelijk maakt.

Men verwacht in de komende jaren nog een belangrijke ontwikkeling van de toepassing van grondstabilisatie.

De resultaten van de meest recente onderzoekingen wijzen erop, dat een combinatie van de normale samendrukkingsproef en de C.B.R. zal worden aanvaard voor het bepalen van de verdichting en de sterkte van gestabiliseerde gronden, wat ook de stabilisatie-methode moge zijn.

Met betrekking tot de methoden van uitvoering zijn de navolgende conclusies getrokken: De stabilisatiemethoden moeten, zowel voor wat betreft de aard van de natuurlijke bodem als het te verwachten verkeer, het klimaat, de beschikbare bronnen voor het materiaal en het materieel, aangepast zijn aan de plaatselijke omstandigheden. Bij het overwegen van de in andere landen verkregen resultaten moeten eveneens bovengenoemde factoren in aanmerking worden genomen. De mechanische stabilisatie van grondmengsels wordt het meest toegepast voor funderingen van alle soorten wegen en voor wegdekken van wegen met gematigd verkeer. Uitgezonderd in zeer gunstige klimatologische omstandigheden, is het aanbrengen van een seal-coat noodzakelijk. Het gebruik van hygroscopisch materiaal is algemeen. Het gebruik van cement als bindmiddel neemt toe in de landen waar dit materiaal in overvloed wordt aangetroffen.

Het stabiliseren met bitumineuze bindmiddelen blijft in het algemeen beperkt tot gevallen waar andere goedkopere oplossingen niet toelaatbaar zouden zijn.

Andere chemische methoden met kalk, mengsels van kalk en puzzolaan en van cement en puzzolaan, natuurlijke of synthetische harsen, industriële bijproducten e.a. kunnen met succes in daarvoor gunstige omstandigheden worden toegepast.

In enige rapporten wordt aangetoond dat het mengen op een centraal punt om technische redenen te prefereren is (groter rendement van menging, betere menging van het bindmiddel in het mengsel, grotere gelijkmatigheid in samenstelling van de gestabiliseerde laag, onafhankelijk van atmosferische invloeden enz.) boven het mengen met mobiele installaties.

Desondanks zal het mengen ter plaatse in het algemeen economischer zijn voor kleinere werken. Als een ernstig bezwaar van het mixing in place wordt genoemd de beperking van de dikte van de stabilisatie-laag in verband met de beperkte capaciteit van de mengmachine. In de rapporten wordt uitvoerig ingegaan op de voor- en nadelen van beide methoden en wordt tevens behandeld het verdichtingsmaterieel.

Het *kostenvraagstuk* is van vele factoren afhankelijk die in de verschillende landen sterk van elkaar kunnen afwijken. In het algemeen gesproken kan echter wel worden aangenomen, dat grondstabilisatie in vele gevallen goedkoper is dan een van de traditionele constructiemethodes, waarbij niet alleen gelet dient te worden op de kosten van aanleg, doch ook op de onderhoudskosten. Dit voordeel zal ontegenzeglijk groter worden, als de methoden van uitvoering nog worden verbeterd.

(Wordt vervolgd).

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD

Delftse Hogeschooldagen 1952

Alle ingenieurs, die in Delft hun ingenieursopleiding genoten, worden opgewekt, van hun belangstelling in hun Hogeschool te doen blijken door deel te nemen aan de Hogeschooldagen, die, evenals vorige jaren, in 1952 zullen worden georganiseerd in de week, waarin de Dies van de T.H. valt, en wel op 11 en 12 Januari 1952.

Ditmaal zal de viering tot 2 dagen, voor de meeste Afdelingen zelfs tot 1½ dag (Vrijdagmiddag en Zaterdag), beperkt blijven, zodat het meemaken van het gehele programma niet te veel tijd zal kosten.

De Regelingscommissie hoopt, dat velen ook aanwezig zullen zijn in de feestelijke samenkomst op Vrijdagavond in de Stadsdoelen.

Het voorlopige programma is als volgt samengesteld:

Vrijdag 11 *Januari*:

des morgens: Bijeenkomsten in de Afdelingen Bouwkunde en Electrotechniek, voordrachten, waarna lunch in die Afdelingen.

des middags: Voortzetting voor de Afdeling Bouwkunde en Electrotechniek. Aanvang voor de Afdeling Weg- en Waterbouwkunde.

16 u.: Gemeenschappelijke bijeenkomst in de Westerkerk aan de Hugo de Grootstraat, alwaar door prof. dr H. R. Kruyt een voordracht zal worden gehouden over het onderwerp: *Hoger Onderwijs - Research - Industrie.*

18.00—± 22.00 u.: Feestelijke samenkomst in de Stadsdoelen, borrel, lopend diner, toneel en muziek.

Zaterdag 12 *Januari*:

± 10.30—14.30 u.: Bijeenkomsten in alle Afdelingen, voordrachten en/of demonstraties. Afdelingsgewijze lunch.

15.00 u.: Diesrede uit te spreken door de Secretaris van de Senaat, prof. ir J. F. Berghoef.

N.B. Voor die Afdelingen, die alleen op Zaterdag bijeenkomen, vangen dus de Hogeschooldagen aan met de voordracht van prof. dr H. R. Kruyt op Vrijdag 11 Januari.

De lunches zullen in de Afdelings-bijeenkomsten verrekend worden.

Voor de twee bijeenkomsten in de Westerkerk zullen bij de toezending van het programma toegangsbewijzen worden ingesloten.

Hetzelfde geldt voor de feestavond in de Stadsdoelen; de toegangskaart geldt dan tevens als dinerkaart; de kosten voor deze avond en het daar te houden lopend diner bedragen (bedieningsgeld inbegrepen) *f* 3,—, welk bedrag uiterlijk 31 December '51 moet zijn overgemaakt op postgirorekening 213001 ten name van de Centrale Commissie voor Studiebelangen te Delft.

Aan alle in Nederland wonende leden van de Vereniging van Delftse Ingenieurs en aan leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, die aan de Technische Hogeschool te Delft hun ingenieursdiploma behaalden, zal in de loop van de komende week dit voorlopige programma met een aanmeldingsformulier worden toegezonden.

Uitsluitend aan degenen, die zich door middel van dat formulier vóór 31 December '51 opgeven voor deelneming, worden het uitgewerkte programma en toegangskaarten toegezonden.

Voor hen, die slaapgelegenheid wensen te reserveren, kan daarvoor bij opgaaf vóór 31 December '51 aan het Secretariaat Regelingscommissie Hogeschooldagen 1952 gezorgd worden.

De Regelingscommissie voor de Hogeschooldagen 1952.

Congres over Televisie in Engeland 28 April—3 Mei 1952 te Londen

Dit congres werd reeds aangekondigd in *De Ingenieur* 1951, n° 36, blz. A. 400. Thans zijn meer bijzonderheden bekend. Men gelieve zich echter zo spoedig mogelijk op te geven aan de Secretaris van The Institution of Electrical Engineers, Savoy Place, London, W.C. 2, om per circulaire van verdere bijzonderheden op de hoogte gehouden te worden.

Er zullen vermoedelijk 60 à 80 bijdragen zijn, waarvan voordrukken, naar zittingen gebundeld, in April 1952 toegezonden zullen worden aan diegenen, die zich daarvoor zullen hebben opgegeven en ook de n°'s 17—20 van Part III A der *Proceedings* van genoemde Institition zullen hebben besteld, waarin na afloop van het congres volledige tekst en discussies zullen worden opgenomen (met adressen).

Er zullen ter gelegenheid van het congres zeer talrijke en belangrijke demonstraties worden gegeven en bedrijven en industrieën worden bezocht. De deelnemers kunnen zich door hun dames doen begeleiden, met wie bij de opstelling van het programma is rekening gehouden.

IVe Congrès International des Fabrications Mécaniques 4—10 Juni 1952 te Stockholm

De Vereniging van Metaal-industrieën, Nassaulaan 13, Den Haag, deelt mede, dat de voordrachten en rapporten vóór het congres aan de deelnemers zullen worden toegezonden. Een rapporteur zal op iedere zitting in het Frans en Engels een résumé geven van de te behandelen stof, waarna de discussie terstond begint. Het hierbij gesprokene moet telkens onmiddellijk mondeling resp. in het Engels of Frans vertaald worden.

Aan Nederland is verzocht voor de zitting non-ferro metalen, op 10 Juni 1952 n.m., een president, een rapporteur en een tolk ter beschikking te stellen. Aan alle bedrijven in Nederland wordt nu gevraagd aan bovengenoemd adres personen te willen voorstellen, die hiervoor in aanmerking zouden komen.

Verder zal het Algemeen Secretariaat van bovengenoemde Vereniging gaarne vernemen, wie bij voortduring op de hoogte gehouden wil worden omtrent dit congres en thans reeds het volledige programma ook van de excursies zou willen ontvangen.

Van Nederlandse zijde is reeds een bijdrage van dr E. M. H. Lips (Philips) aangenomen, getiteld: *De wisselwerking tussen gereedschappen en te verwerken materiaal met betrekking tot een efficiënte productie in massafabricage.*

Een tweede Nederlandse lezing is in voorbereiding.

Vestiging van de Cincinnati Milling Mach. Comp. te Vlaardingen

Opmerkelijk is de motivering der vestiging ten onzent van een dochteronderneming der grootste Amerikaanse fabriek van frais- en slijpmachines.

Dienomtrent georiënteerd door ons Ministerie van Economische Zaken en de Herstelbank, heeft men overwogen, dat de grotere stabiliteit van ons staatsbestel en ons volkskarakter grotere waarborgen boden voor de gunstige ontwikkeling van een particuliere onderneming dan gewoonlijk elders in Europa worden aangetroffen.

Sinds 1934 is er een dochteronderneming te Birmingham. Men verwacht dat die in Holland minstens even groot succes zal hebben. Deze zal voor een groot deel voor export werken en wellicht een der belangrijkste producenten van werktuigmachines in Europa worden.

De fabriek wordt met Nederlands kapitaal gebouwd. Vlaardingen werd gekozen wegens het beschikbaar geschoold of gemakkelijk te scholen personeel en de goede transportgelegenheid.

De gemeente heeft het plan bevorderd door de toezegging van voldoende woonruimte, welke thans voor al wat men onderneemt de beslissende factor is.

Uit het buitenland

Canada's economie is door de oorlog volkomen veranderd. Meer dan 1 millioen man trad in dienst. In verhouding tot de bevolking had Canada het grootste luchtmacht-personeel van alle landen. Een vloot van 780 schepen werd bemand. Vóór het eind van de oorlog werden er alle wapenen met uitzondering van slagschepen en atoombommen geproduceerd. Vóór de oorlog waren de meeste grote industrieën filialen van ondernemingen in Gr. Brittannië en de V.S. Gedurende de oorlog ging de productie de eigen consumptie 70% te boven.

In 1945 was er een krachtige eigen, veelzijdige industrie. Het nationaal inkomen was verdrievoudigd. Enorme ijzerafzettingen werden ontdekt in Quebec en Labrador, uraan in W. Canada en titaan in Quebec. De in Alberta gevonden olie belooft een omwenteling in de petroleum-positie van het werelddeel.

Grote overeenkomst bestaat met allerlei cultuuruitingen en instellingen in de V.S. De politieke methoden zijn weliswaar zeer verschillend. Met het oog hierop trekt de President van de Canadese National Research Council een parallel met de verschillende eisen en mogelijkheden bij de organisatie van resp. grote en kleine ondernemingen en met de organisatie van het speurwerk resp. in de V.S. en in Canada. Hij meent te constateren, dat in zijn land per speurwerker meer resultaat wordt verkregen, waarmee hij geenszins wil zeggen, dat de mensen daar bekwamer zijn voor het speurwerk zelf of voor het organiseren van wetenschappelijk werk. Het grotere land heeft meer hoofdkwartieren en commissoriale opbouw, welke een groot percentage van de beschikbare mankracht absorbeert. Het kleinere land kan het eenvoudiger doen en ieder moet individueel meer verantwoordelijkheid dragen, hetgeen ook in Canada moet veranderen als men er groter en volkrijker wordt.

De bevolking is er nog slechts $^1/_{12}$ en de overheidsmiddelen $^1/_{18}$ van die in de V.S. Men zou er nauwelijks strategisch de voornaamste steden en havens kunnen verdedigen. De bijdrage in de algemene verdediging in het mogelijk conflict, dat de hele planeet zou omvatten, moet dus van uiterst beweeglijke aard zijn. Op dit soort wapens: luchtlandingstroepen, jagers, vlooteenheden, vooral voor convooien, concentreert Canada zich dan ook. Genoemde schrijver legt er de nadruk op, dat het niet gaat om een locale verdediging. Het land is in velerlei opzicht een gelukkige tussenschakel tussen het Verenigd Koninkrijk en de V.S. Men beseffe, zegt hij, dat de bevoorrechte positie van Canada voor een groot deel aan natuurlijke oorzaken is toe te schrijven, dat bescheidenheid hier past en dat men niet moet neerzien op landen, die een lagere levensstandaard hebben door geringere natuurlijke rijkdommen, maar dat grotere materiële rijkdom ook grotere verantwoordelijkheid met zich brengt.

Mechanical Engineering, Sept. 1951.

Het traject, waarop de „Comet" gebruikt zal worden, zal aanvankelijk zijn de N. Pacific route, Vancouver—Tokio. De straal-aandrijving is betrekkelijk zo eenvoudig, dat talrijke hulpapparaten overbodig zijn, hetgeen op gewicht en onderhoud bespaart. Op de normale kruishoogte, 12000 m, zijn nog niet voldoende meteorologische gegevens voor alle streken van de wereld bekend. Langs de noordelijke route zal men zich geleidelijker kunnen aanpassen. Hagelstormen en andere atmospherische stoornissen hoopt men met reeds beschikbare Britse radar-apparaten tijdig te kunnen bemerken. Het ijsvrij-houden geschiedt thermisch, waartoe warme lucht van de compressoren wordt afgetapt.

Wegens de grote hoogte (met drastisch lagere luchtdruk en temperatuur), waaruit men moet landen, is het nog een probleem, of het beter is eerst op 50 à 80 km van het landings-

terrein, en dan met 1200 m per minuut, te dalen dan wel reeds op 500 km afstand te beginnen met een geleidelijke daling van 150 à 210 m per minuut. De Canadian Pacific geeft de voorkeur aan laatstgenoemde methode. Deze vereist echter een langere *verkeerscylinder*, terwijl ook de afkoeling gedurende een langere tijd, waarin geen verwarming aan de (afgezette) motor ontleend kan worden, een bezwaar oplevert.

Het beweerde risico, dat de vlam in de verbrandingskamer op grote hoogte uit zou kunnen gaan is bij de Ghost-motoren van de „Comet" practisch uitgesloten. Mocht het zich voordoen, dan is het voldoende, tot een hoogte van 6000 à 7500 m te dalen, waarbij de luchtstroom door de turbine deze tot startsnelheid laat draaien en de ontsteking weer effect heeft. Ook bij een lange daling kan de afgezette machine niet bevriezen of door coagulerende olie vast komen te zitten, daar zij altijd draait.

Tussen twee revisies der motoren wordt een geleidelijk verlies van 2% aan vermogen geraamd, waarbij een 2% groter brandstofverbruik komt.

Nu de cabine-afsluiting zeer veel versterkt is, behoeft daar practisch niet meer met een plotselinge daling van druk gerekend te worden en kan de reserve-zuurstof tot een minimum beperkt worden. De atmospheer moet er echter voortdurend voldoende vochtig gehouden worden (ca 50 l voor 6 uur). De geluidskegel om de turbine-as achterwaarts heeft een tophoek van ca 45°. Waar de kegel-mantel het achterdeel van de romp snijdt is het geluidsniveau zeer hoog. Het is het laagst in de cockpit. Op kruishoogte is het geluid geringer; het komt daar voornamelijk uit aerodynamische oorzaken voort. De hoge frequenties kunnen gedempt worden door fiberglas, de lage alleen door mica, dat zwaar en nog niet doelmatig genoeg is.

Wegens de grotere snelheid zal de „Comet" het werk kunnen doen van 2 „Canadair Four's". Wegens minder trilling en grotere eenvoud, wordt veel op onderhoud bespaard. De totale besparing wordt op 10 à 20% geschat vergeleken met de bedrijfskosten van een gewoon vliegtuig.

De thans in aanbouw zijnde „Princess"-vliegboot, voorzien van 4 dubbele, gekoppelde en 2 enkelvoudige Proteus turbine-motoren met propellers is bestemd voor het transatlantisch verkeer met 105 passagiers, in 2 klassen verdeeld, die vooral door de grotere ruimte in de vliegboot een belangrijk groter comfort dan in een landvliegtuig genieten. Het is aannemelijk, dat de vliegboot weder meer op de voorgrond zal treden, wegens de grotere afmetingen, welke daarbij zonder kostbare landingsterreinen mogelijk worden.

Cursussen in het bevorderen van de veiligheid gedurende de gehele ingenieursopleiding worden bepleit door de voorzitter der faculteit voor werktuigbouwkunde aan de universiteit van Nebraska. In de eerste jaren moeten deze gericht zijn op de veiligheid bij het practisch werken in werkplaats en laboratorium tijdens de opleiding, later op industriële veiligheid in het algemeen. Hierbij moet gestadig gebruik gemaakt worden van de mogelijkheid van gewoontevorming, welke de ingenieur in zijn latere praktijk ertoe zal brengen steeds de veiligste methoden, vooral ook in het gebruik van werktuigen te zoeken en te bevorderen. Zo spoedig mogelijk moet de student vertrouwd gemaakt worden met de nieuwste veiligheidsregels, die reeds in de industrie gelden.

Hydraulisch transport van steenkool is het onderwerp van het onlangs uitgekomen Report of Investigations 4799, door R. W. Dougherty, kosteloos te verkrijgen bij het Bureau of Mines, 4800 Forbes Street, Pittsburgh 13, Pa. Het concludeert, dat voor $ 10 millioen een 160 km lange pijpleidinginstallatie is te bouwen, welke 5000 t steenkool (met water vermengd) per dag voor $ 1,28 à $ 1,91 per ton over die afstand kan vervoeren. Maakt men de capaciteit groter, bv. voor 36.000 t per dag, dan eist dit grotere investering maar de transportkosten dalen dan tot 38 à 95 dollarcents per ton. Nadat de berekeningen van het Bureau gereed waren, werd medegedeeld, dat een grote steenkoolonderneming in Ohio plannen had voor een proefinstallatie ter lengte van ruim 5 km met een pijp van 30 cm doorsnede, door welke poederkool met water zal worden gepompt.

Mechanisatie bij het maken van mijngangen in sterk hellende anthraciet-lagen zal volgens het rapport 4794 van bovengenoemd Bureau een belangrijke stap vooruit doen door de „SK 20" machine van 1½ t, waarvan het snijdend mechanisme gedraaid kan worden om in iedere gewenste stand te snijden. De bruikbaarheid zal toenemen door de montering op rupswielen, aangedreven door samengeperste lucht, welke thans ontworpen wordt. Het rapport geeft figuren en diagrammen.

Een nieuwe methode voor het beheersen van de regenneerslag wordt voorgesteld door dr V. J. Schaefer van de General Electric. Aan vele kusten, zoals bepaalde delen van Californië, het NW. Schiereiland, Porto Rico en Hawaii waaien zeewinden landinwaarts, die met nederslag vlak aan de kust gepaard gaan, terwijl het daarachter liggende land regen te kort komt. Hij verklaart dit doordat deze winden in zodanige verhouding zoutdeeltjes medevoeren, dat deze druppelvorming en daarmee spoedige nederslag bevorderen. Door deze verhouding te verstoren, nl. door tijdig meer zoutdeeltjes toe te voeren, waardoor voor ieder deeltje niet meer voldoende vocht beschikbaar is om tot druppelvorming te komen, kan de nederslag uitgesteld worden tot de wind verder landinwaarts onderweg weder rijker aan vocht is geworden en de regen eerst daar loskomt.

Het toevoeren van zout in de vorm van fijne kristallen van de juiste afmeting stelt hij zich voor door middel van met cokes gestookte generatoren, die het zout in gasvorm met grote snelheid omhoog zouden stoten, waardoor het snel zou afkoekoelen en vaste deeltjes zou vormen, die door luchtstromen omhoog gevoerd zouden worden.

Mechanical Engineering, October 1951.

BOEKENNIEUWS

Korte aankondigingen

Gewapend-Beton voorschriften 1950 (G.B.V. 1950), vastgesteld door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde, met toelichtingen en voorbeelden door ir J. F. Bish, 129 pp., 13½ × 21 cm. Uitg. L. J. Veen's Uitg. Mij N.V. Amsterdam. *f* 5,25.

Ir Bish deelt in zijn voorwoord mede, dat zijn toelichtingen hoofdzakelijk voor de M.T.S. bedoeld zijn en daarom geen theorie geven doch dat hij zoveel mogelijk grepen uit de practijk heeft gedaan en enige rekenvoorbeelden heeft toegevoegd om de studerende vertrouwen te geven. Hij verontschuldigd zich voor afwijkende inzichten op enkele punten. Verder was zijn doel verduidelijking te geven op punten, waar wel eens verschil van mening over bestaat.

Aluminium als bouwmateriaal, door dr J. W. Boon en ir W. G. R. de Jager. Circulaire 2 van het Corrosie-instituut T.N.O. 32 pp. 20½ × 29 cm met figuren. Uitg. T.N.O., *f* 5,50.

Deze circulaire komt overeen met circulaire n° 16 van het Metaalinstituut T.N.O., welke reeds tevoren te dezer plaatse werd aangekondigd.

Benno Löser †. **Bemessungsverfahren,** Zahlentafeln und Zahlenbeispiele zu den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, bewerkt door Dipl. Ing. Gottfried Brendel, 13e druk, 300 pp. 17 × 24 cm met 290 fig. Uitg. Wilhelm Ernst & Sohn. Berlijn 1951. Prijs: 15,— D.M., geb. 18,— D.M.

Deze 13e druk verschilt niet veel van de 12e druk, welke in *De Ingenieur* 1951 n° 19 werd besproken, naar welke bespreking hierbij moge worden verwezen.

PERSONALIA

Private promoties ir M. A. du Toit Meijer, ir T. J. Tiedema en W. P. Roelofs

Op Woensdag, 12 December 1951, zal, in de Vergaderzaal van de Senaat, Oude Delft 118, ir M. A. du Toit Meijer 14.00—15.00 uur zijn proefschrift: *Some aspects of the hardness of metals*, en stellingen verdedigen, goedgekeurd door de promotor prof. dr M. J. Druyvesteyn en zal 16.00—17.00 uur ir T. J. Tiedema zijn proefschrift: *Onderzoekingen over de kiemvorming en de groeisnelheid bij de rekristallisatie van aluminum*, en stellingen verdedigen, goedgekeurd door de promotor prof. dr W. G. Burgers.

Op 17 October 1951 promoveerde de heer W.P. Roelofs op een proefschrift, getiteld: *The critical and econometrical study in „social credit"*, en stellingen.

Gen. Maj. ir D. H. G. Brethouwer is bij K.B. benoemd en aangesteld bij het dienstvak van de technische dienst tot luitenant-generaal, directeur materieel landmacht.

Ir J. M. Ossewaarde is met ingang van 1 December 1951 werkzaam bij het G.E.B. te Rotterdam.

Ir Th. E. de Vries c.i. zal 3 December 1951 naar Saudi Arabië vertrekken als employé van de Aramco Overseas Company te Dhahran.

Technische Hogeschool te Delft

Geslaagd voor het examen voor civiel-ingenieur

M. C. W. van Arenthals, P. Arkema, R. Arnoldij (met lof), F. Bennekers, E. A. Beijlevelt, R. J. Brongers, K. R. Burger, F. Bijl, J. G. Bijleveld, A. A. H. van Dam, B. Dekker, M. van den Doel, A. Douma, M. W. van Dijk, M. A. van Ee, K. Havinga, R. N. Hemmes, G. H. Houtman, S. van Ingen Schenau, F. H. Jonker, C. P. Kallewaard, D. Kokshoorn, J. Landman, J. Latooij, C. van Leeuwen, L. W. Lievense, J. C. van der Lippe, J. W. van der Made, H. P. Meijer, W. Mink, B. H. A. Molleman, A. van der Niet, W. Quaak, M. W. Ritmeester, B. Rook, B. A. Sassen, L. W. Scherpbier, J. D. Schoute, W. Sieuwertsen, L. P. Sikkel, L. J. W. van der Stap, H. W. Struiksma, G. Tjalma, A. D. Veenhuizen, A. J. M. van de Ven, H. A. Verkerk, H. J. de Vries, H. Wegner, J. van der Zee, C. J. Zegers, J. A. van Zwieten, H. D. de Waard, W. B. van der Zee, A. C. de Haas, B. Pals.

electrotechnisch ingenieur

A. J. C. Bakhuizen, P. M. H. Bekkers, P. M. Broekman, J. D. Hoefelman, J. C. van den Hoogenband, R. A. Koolhof, J. H. M. Lucas, F. R. Neubauer, J. Nieuwenhuizen, M. C. Pot, T. R. Reinders, O. L. la Roi, F. J. Schijff, Tan Boen Gwan, U. J. K. Versfelt, J. Wildeboer, S. H. Woldringh, D. Th. Creemers, A. L. Groenewegen.

natuurkundig ingenieur

G. Alberda, Mej. T. A. Bos, G. Brouwer, J. van Dam, H. G. Gerlach, F. O. Harm, J. van Hengel, J. A. Manintveld, J. Pelser, P. J. M. Peters, G. Prast, A. J. de Rooij, J. Schenk, H. Wieringa.

scheikundig ingenieur

W. H. van den Broek, P. L. M. Gribling, P. N. de Kwaasteniet, C. Moll, J. M. Persijn, H. Peters.

scheepsbouwkundig ingenieur

D. Boterenbrood, T. P. de Jooden, D. E. D. Romijn.

geodetisch ingenieur

G. J. Bruins, W. A. Claessen, M. Haarsma, C. Krombeen, J. Polman (Diploma posthuum toegekend, overleden 22 Juni 1950) W. van der Vegt, P. de With, A. J. Wytema.

vliegtuigbouwkundig ingenieur

M. Botman, D. J. Dorrepaal, M. C. Quist, J. E. Vernie

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

's-Gravenhage, Prinsessegracht 23, Tel. 117692, Giro 9995

Begroting 1952, toelichting op de statuten-wijziging en Aanwinsten Bibliotheek

Aan de Instituutsleden worden bovengenoemde stukken als bijlage bij dit nummer toegezonden.

De Algemeen Secretaris.

Het Rapport der Commissie voor de toekomstige Energievoorziening

Het rapport van bovengenoemde, door het K.I.v.I. ingestelde commissie is thans bijna gereed en zal binnenkort in druk verschijnen.

Wegens de thans zeer hoge prijzen van het drukken en het papier, is het niet verantwoord dit rapport kosteloos ter beschikking te stellen van de ruim 6000 leden, waaronder er vele zijn, die er niet of matig in geinteresseerd zijn.

De leden, die er belangstelling voor hebben, gelieven zich vóór ultimo December aan ondergetekende op te geven, waarna het aan deze leden kosteloos zal worden toegezonden. Zij, die in Nederland wonen, kunnen hiervoor gebruik maken van de antwoordkaart, welke hun enige dagen geleden is gezonden bij het programma van de ledenvergadering van 22 December a.s. Voor de leden buiten Nederland kan de uiterlijke aangiftedatum op ultimo Februari gesteld worden. Aan verzoeken om toezending, welke na deze data binnenkomen zal tegen een nader te bepalen prijs gevolg worden gegeven uit de voorraad, die dan nog beschikbaar mocht zijn.

De hoofdstukken van het Rapport zijn getiteld:

Inleiding. I De energie-huishouding van Nederland in het verleden en het heden. II Een schatting van de behoefte aan energie in Nederland in de komende decennia. III. In hoeverre zal Nederland in 1960 en 1970 in de behoefte aan energie kunnen voorzien uit eigen productie? IV. De import-mogelijkheid van vaste brandstof. V. Kan Nederland zijn behoefte aan aardolie tot 1970 dekken? VI. De mogelijkheid van winning van energie uit de getijdebeweging, de wind en de kern-energie. (Deel II:) VII. Algemene beschouwingen. VIII. De bevordering van de brandstof-economie bij de productie en het verbruiken van de veredelde energie. IX. Verkeer. X. Het energieverbruik in woningen en gebouwen en de mogelijkheid tot het bereiken van een hogere efficiency. XI. Het energieverbruik in de industrie en de mogelijkheden tot het bereiken van een hogere efficiency.

Er zal nog een slothoofdstuk aan worden toegevoegd.

De Algemeen Secretaris.

Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw

Begroting 1952

Ontvangsten:	
Contributiën	ƒ 2600,—
Entreegelden	- 50,—
Rente	- 500,—
	ƒ 3150,—
Uitgaven:	
Bestuursvergaderingen	ƒ 200,—
Drukwerken en Porti	- 1000,—
Onkosten Secretariaat	- 300,—
Vergaderingen en Excursies	- 1000,—
Vacantieleergang 1952	- P.M.
Reserve Gouden Erepenning 1954	- 200,—
Diversen	- 100,—

Subsidies:

N.T.I.v.S. en L. [1])	f 100,—	
De Cruquius	- 250,—	f 350,—
		f 3150,—

Het Bestuur stelt voor uit een eventueel batig saldo over het jaar 1951 de subsidie aan De Cruquius (begroot op f 250,—) te verhogen tot f 500,—, aangezien De Cruquius in 1948 en 1949 eveneens f 500,— ontvangen heeft. In 1950 kon, wegens gebrek aan batig saldo, slechts f 250,— bijgedragen worden.

De Penningmeester,
ir H. Hissink.

[1]) Nationaal Technisch Instituut voor Scheepvaart en Luchtvaart te Rotterdam.

Afdeling voor Chemische Techniek

Begroting 1952

Inkomsten:	
Contributies	f 880.—
Uitgaven:	
Ledenvergaderingen	f 260.—
Symposia	- 250.—
Bestuursvergaderingen	- 85.—
Onkosten Secretariaat	- 100.—
Onkosten Penningmeester	- 15.—
Beschikbaarstellen van overdrukken Chem. Weekblad	- 100.—
Onvoorzien	- 70.—
	f 880.—

De Penningmeester,
ir P. C. Wichers.

Afdeling voor Bouw- en Waterbouwkunde

Ontwerp-begroting 1952

	1952	1951
Ontvangsten		
1. Contributies	f 2750.—	f 2650.—
2. Inschrijvingsgelden nieuwe leden	- 100.—	- 100.—
3. Opbrengst beleggingen	- 400.—	- 350.—
4. Opbrengst G.B.V. (N 1009)	- 750.—	- 550.—
5. Voordelig saldo 1951	- 2500.—	- —.—
Totaal	f 6500.—	f 3650.—
Uitgaven		
6. Administratie	f 450.—	f 400.—
7. Bestuursvergaderingen	- 250.—	- 200.—
8. Ledenvergaderingen en excursies	- 2200.—	- 2200.—
9. Bijdrage Stichting „De Cruquius"	- 200.—	- 200.—
10. Toelage Secretaris	- 400.—	- 400.—
11. Reservering voor bijzondere doeleinden	- 1000.—	- 250.—
12. Toegevoegd aan kapitaal	- 2000.—	- —.—
Totaal	f 6500.—	f 3650.—

Toelichtingen

1. Bij de contributies is rekening gehouden met een kleine stijging van het aantal leden.
3. Opbrengst van de beleggingen zal stijgen door toevoeging aan kapitaal (zie 12).
4. Betreft de geraamde opbrengst van de verkoop van N 1009 en aanverwante uitgaven in 1952.
5. Dit voordelige saldo is te danken aan de in 1951 aangevangen en zeer vlot verlopen verkoop van N 1009 en aanverwante uitgaven.
6. In 1951 is gebleken, dat deze post verhoogd moet worden.
7. Deze post is verhoogd in verband met door bestuursleden te maken reiskosten.
11. In 1952 worden geringe of geen uitgaven ten behoeve van de Gewapend Betoncommissie verwacht, waarvoor in de begroting 1951 f 250.— was opgenomen. In de plaats daarvan is een fonds voor bijzondere doeleinden in het leven geroepen.
12. Deze kapitaalstoevoeging zal plaats vinden met het oog op het 50-jarig bestaan der Afdeling in 1956.

De Penningmeester,
L. van Waeganingh.

Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw Sectie voor Werkplaatstechniek

Samenstelling Bestuur

In het huishoudelijke gedeelte van de op 20 November 1951 gehouden vergadering te Utrecht (Esplanade) is, na goedkeuring van de notulen van de vergadering d.d. 4 Juni 1951, door de Leden de door het Bestuur voorgestelde wijziging in zijn formatie aanvaard, zulks onder dankzegging aan de zich niet meer beschikbaar kunnende stellen Voorzitter, prof. ir D. A. A. Koolen, voor de aan de Sectie sedert haar oprichting gegeven leiding.

De samenstelling van het Bestuur is thans aldus: prof. ir R. van Hasselt, Voorzitter; ir W. T. Hilarius, Secretaris; ir K. Bouman, Penningmeester; ir C. M. J. Willeumier.

De Secretaris,
ir W. T. Hilarius.

Kring Gelderland

Notulen 19e ledenvergadering van de Kring Gelderland van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, gehouden op Maandag, 24 September 1951 bij de Kema te Arnhem

Te ruim 2 uur opent de heer A. Kalff als waarnemend voorzitter de vergadering, bijgewoond door bijna 40 leden en belangstellenden.

De Kring heeft telegrafisch gelukwensen gezonden aan de President van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs op zijn 70ste verjaardag; de vergadering betuigt zijn instemming met dit blijk van medeleven met Jhr ir Van Lidth de Jeude, die destijds als Vice-President van het Instituut de oprichting van de Kring Gelderland heeft bijgewoond.

De notulen van de 18e ledenvergadering worden onveranderd goedgekeurd.

Daarna heet prof. ir G. de Zoeten, directeur van de N.V. Kema het gezelschap hartelijk welkom. Hij schetst het ontstaan van de Kema en de functies, die zij verricht. Van de inrichtingen, die thans in bedrijf zijn, zullen deze middag bezocht worden het hoogspanningslaboratorium, het natuurkundig en het scheikundig laboratorium. Gaarne zullen de leden van de Kring in niet al te verre toekomst in de gelegenheid gesteld worden om reeds bestaande en eventueel nog te voltooien gebouwen te bezichtigen.

Wegens verhindering van ir R. F. Goossens houdt ir J. G. Provoost de inleiding tot het bezoek aan het hoogspanningslaboratorium. Hierin kunnen wisselspanningen tot 525 kV en stootspanningen tot 3 MV worden opgewekt voor het onderzoek van apparaten voor de electriciteitsvoorziening.

Voor het registreren van snelverlopende verschijnselen heeft men de beschikking over een tweetal kathodestraaloscillografen met elk twee stralen.

Hierna geeft dr J. J. Went een beschrijving van het natuurkundig laboratorium, dat tot taak heeft alle onderzoekingen te doen, die voor de electriciteitsbedrijven van nut kunnen zijn. Zo wordt er op het gebied van het licht veel werk gedaan. Om een bijdrage te kunnen geven tot het isolatieprobleem in de electrotechniek worden principiële proeven gedaan over het mechanisme van de electrische doorslag.

Teneinde t.z.t. een oordeel te kunnen uitspreken over de toepassing van kernreacties voor de energieopwekking worden

ook op dit gebied onderzoekingen verricht; men beseft, dat hierbij slechts van een bescheiden bijdrage sprake kan zijn, maar men moet op dit gebied zelf gewerkt hebben, om voldoend inzicht te verwerven.

Dr C. JANSSEN schetst dan het werk van het scheikundig laboratorium.

Voor de electriciteitsbedrijven worden oliën, kolen en water voor ketels en voor condensors onderzocht.

Ten dele zijn hiervoor wel omschreven methoden, maar vaak moet speurwerk verricht worden om het inzicht te verdiepen.

Bij de rondvraag wordt door niemand het woord verlangd.

De waarnemend voorzitter brengt nu dank aan prof. DE ZOETEN en de inleiders voor de moeite, die zij zich hebben getroost. Na een kopje thee wordt in 3 groepen een bezoek aan de drie laboratoria gebracht, waarbij men zeer getroffen wordt door de ruime mogelijkheid, die hier geschapen is voor onderzoek in velerlei richtingen.

De Secretaris,
ir G. M. VAN DIJK.

Afdeling voor Technisch Wetenschappelijk Onderzoek

Verslag van het bezoek aan het Laboratorium voor Grondmechanica op Dinsdag 9 October 1951

Nadat de Afdeling 's morgens in één der collegezalen van het Laboratorium had geluisterd naar een voordracht van prof. ir E. C. W. A. GEUZE over de technisch wetenschappelijke grondslagen van het grondmechanisch onderzoek, volgde een bezoek aan b.g. laboratorium. Van de voordracht van prof. GEUZE verschijnt t.z.t. een volledig verslag:

In het begin van de middag hielden dr ir J. BALHAN en dr ir J. D. VAN MANEN van het Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen inleidingen over hun dissertaties, die op het gebied der scheepsschroeven lagen; het aantal belangstellenden voor deze inleidingen was niet in overeenstemming met de betekenis ervan. Toch bleek ook hier weer van welk nut zulke besprekingen voor mensen van andere vakgebieden kunnen zijn: een pompen-deskundige ontving waardevolle aanwijzingen op grond van ervaringen die aan scheepsschroeven waren opgedaan. Ook deze inleidingen verschijnen t.z.t. volledig.

Voor het werk van prof. GEUZE was er een flinke belangstelling; de betekenis ervan is dan ook algemeen bekend. De excursie gaf een duidelijk beeld van de techniek van het grondmechanisch onderzoek, zoals dat ten behoeve van bouwwerken wordt uitgevoerd; bovendien werd een indruk gegeven van de research die verricht wordt om apparaturen en methodiek te vervolmaken.

De Secretaris,
ir W. KOK.

Afdeling voor Technische Economie

Notulen 83e Ledenvergadering en excursie, gehouden op 22 Mei 1951 te Hengelo, des voormiddags 10.30 uur

De Directie van Heemaf trad voor deze vergadering als gastvrouwe op en ontving onze Afdeling buitengewoon hartelijk.

De Voorzitter dr ir B. BÖLGER opent de vergadering in de bioscoopzaal van Heemaf, voor een zeer groot aantal leden en introducees. Hij releveert dat, toen de heer KEUS zich bereid verklaarde op deze vergadering één van zijn bekende speeches te houden, daarmede voor het bestuur vaststond, dat deze dag geslaagd zou zijn.

Vervolgens geeft de Voorzitter het woord aan ir KEUS, die een voordracht zal houden, getiteld: *De waan van deze tijd.*

Een volledig verslag van deze zeer belangrijke rede, welke met grote aandacht wordt gevolgd, is aangeboden aan de Redactie van *De Ingenieur*, ter opname in de verzameling Voordrachten (Inmiddels gepubliceerd in n° 54). Een verslag van de op deze rede volgende discussie, waaraan wordt deelgenomen door een viertal aanwezigen, is daarbij eveneens aangeboden.

Na afloop van de discussie dankt de Voorzitter de heer KEUS. Hij merkt daarbij op, dat deze rede alle aanwezigen veel te overdenken zal geven, vooral, waar de heer KEUS citeerde uit publicaties van vooraanstaande figuren, die niet zijn medestanders zijn.

Na de vergadering wordt door de Directie van Heemaf een feestelijke lunch aangeboden, tijdens welke er nog vele woorden van dank worden gesproken.

Des middags is er gelegenheid om in verschillende groepen het bedrijf van Heemaf te bezichtigen, waarbij men zich kon overtuigen van de grote organisatorische en wetenschappelijke impuls, welke van de leiding van deze onderneming uitgaat.

De waarnemend Secretaris,
ir H. J. STOKVIS.

Notulen 84e Ledenvergadering op 17 October 1951, des voormiddags 11.00 uur, in Café-Restaurant Esplanade te Utrecht

De *Voorzitter*, dr ir B. BÖLGER, heet de aanwezigen van harte welkom.

De Notulen van de 82e Ledenvergadering worden zonder wijzigingen goedgekeurd.

Voordat de Voorzitter het woord zal geven aan de eerste inleider, wil hij een kort woord ter inleiding spreken. Het streven van de Afdeling is er op gericht om de voor ingenieurs belangrijke en actuele vraagstukken van Nederland's economie te bespreken. Voor ons dichtstbevolkte land ter wereld is industrialisatie nodig voor het scheppen van toekomstige werkgelegenheid. Industrialiseren is echter niet mogelijk zonder investeren. Het is bekend, dat tegenwoordig in Nederland sterk wordt aangedrongen op beperking van de investering, hetgeen voor ingenieurs de moeilijkheid meebrengt, dat aan de ene kant industrie-uitbreiding nodig wordt geacht, doch aan de andere kant de investeringsmogelijkheden worden ingekrompen.

De bespreking van deze dag is nu aan dit onderwerp gewijd en gelukkig hebben zich drie prominente sprekers bereid verklaard inleidingen te houden. Het lag oorspronkelijk in de bedoeling nog een vierde spreker, nl. een vertegenwoordiger van het geldwezen, uit te nodigen, doch helaas kon er niemand van de aangezochten deze vergadering bijwonen. Alhoewel het bestuur dit vraagstuk liever tegen de achtergrond van de algemene financiering had willen behandeld zien, was Prof. TINBERGEN verhinderd zijn algemene beschouwing aan het begin van deze dag te houden.

Vervolgens geeft de Voorzitter het woord aan dr ir Z. Y. VAN DER MEER, die een inleiding houdt over *investeringen in de bouwnijverheid.* Op deze voordracht volgt een discussie.

De *Voorzitter* gelooft uit aller naam de inleider hartelijk dank te mogen brengen. Hij heeft een aantal concrete gegevens verstrekt, die het vraagstuk duidelijker hebben gemaakt. Hij heeft ook niet geschroomd om verschillende malen zijn eigen visie te geven, die, afkomstig van een zo bij uitstek deskundige, waardevol is. Het zal de taak van de ingenieurs zijn de gevolgen van de noodzakelijke beperking van de investeringen zoveel mogelijk te verkleinen, door te streven naar hogere productiviteit en een meer efficiënte bouw. Deze taak zal zo goed mogelijk vervuld moeten worden nu het er om gaat, de volksvijand n° I te bestrijden.

De vergadering wordt thans voor een lunchpauze geschorst. Na de lunch houdt prof. dr J. F. TEN DOESSCHATE een rede over *de beperking der investeringen en het bedrijfsleven.*

Ook hierop volgt een discussie.

De *Voorzitter* meent zijn dank te mogen uitspreken voor de zeer heldere voordracht van iemand, die aan het hoofd staat van een der grootste bedrijven in ons land en weet wat investeren is.

Na een korte pauze voor de thee, wil hij dan het woord geven aan prof. dr J. TINBERGEN, die hij niet bij de vergadering behoeft te introduceren, omdat alles wat deze schrijft en zegt altijd duidelijk en interessant is.

Prof. dr J. TINBERGEN: *Investeringen, betalingsbalans en welvaart.* Deze voordracht wordt eveneens met een gedachtenwisseling besloten.

De verslagen van deze voordrachten worden aangeboden aan de redactie van *De Ingenieur* voor opname in de verzameling Voordrachten.

De *Voorzitter* wil aan het einde van deze dag in de eerste plaats prof. dr TINBERGEN hartelijk dank zeggen voor zijn helder en buitengewoon interessant betoog. Als men de woorden van prof. AALBERSE uit zijn inaugurele rede, waarin hij betoogt dat het doel van de techniek is het trachten een vooropgesteld resultaat te bereiken, op de inleider van toepassing verklaart, dan kan men zeggen, dat prof. dr TINBERGEN ook in hoge mate techniek bedrijft en daarvan heeft hij deze middag ook blijk gegeven. Spreker wil vervolgens ook de andere inleiders en degenen, die aan de discussie hebben deelgenomen, danken voor hun bijdrage aan het welslagen van deze dag.

Aangezien er zich geen sprekers voor de rondvraag aanmelden, wordt hiermede de vergadering gesloten.

De waarnemend Secretaris,
ir H. J. STOKVIS

PROGRAMMA VAN VERGADERINGEN

Koninklijk Instituut van Ingenieurs

Ledenvergadering op Zaterdag 22 December 1951 te 11 uur in de Tuinzaal van de Dierentuin, Koningskade, 's-Gravenhage

Agenda:

1. Opening door de President.
2. Goedkeuring van de notulen van de vergadering van 31 October 1951 (opgenomen in *De Ingenieur* n° 46 blz. A. 485).
3. Mededelingen van de President.
4. Voorstel tot het beëindigen van de afzonderlijke uitgave van de „Voordrachten" (zie *De Ingenieur*, n° 48 blz. A. 514).
5. Goedkeuring van de Begroting voor het jaar 1952 (wordt als bijlage opgenomen in *De Ingenieur* n° 49)
6. Benoeming van drie leden en twee plaatsvervangende leden van de Verificatie-Commissie voor het nazien van de rekening en verantwoording van het geldelijk beheer over het jaar 1951.
7. Behandeling van de Statutenwijziging. (Een overzicht van de voornaamste wijzigingen is als bijlage opgenomen in *De Ingenieur* n° 49).

   De leden, die de concept-Statuten toegezonden wensen te krijgen (dit geldt in de eerste plaats voor hen, die deze vergadering bezoeken), kunnen dit doen weten op de hun toegezonden „antwoord-briefkaart", ter kennisgeving van hun deelneming aan deze vergadering, uiterlijk 14 December 1951 in te zenden.
8. Voorstel tot dispensatie ten gunste van de Penningmeester, ir J. A. BEUKERS, van Art. 18, lid 5, van de Statuten, waarbij voorgeschreven is, dat de leden van de Raad van Bestuur in Nederland gevestigd moeten zijn.
9. Rondvraag en sluiting van het huishoudelijk gedeelte.

13.00—14.00 uur Koffiemaaltijd in de Restauratiezaal van de Dierentuin ad *f* 3,00 (fooi inbegrepen), vooraf te voldoen op girorekening 9995 van het K.I.v.I., waarna het lid een ontvangst-biljet wordt toegezonden.

14.00 uur: Voordracht van het lid prof. W. F. J. M. KRUL, over: *Drinkwatervoorziening van Nederland in het verband der algemene waterhuishouding.*

Rondvraag en sluiting.

De Algemeen Secretaris.

Kring Gelderland

20e Ledenvergadering te houden op Woensdag 19 December 1951 om 14 uur bij de Papierfabriek Gelderland, Voorstadslaan 23 te Nijmegen

Agenda:

1. Opening.
2. Notulen 19e Ledenvergadering.
3. Bezichtiging Papierfabriek Gelderland.
4. Rondvraag.
5. Sluiting.

Indien men het voornemen heeft de vergadering bij te wonen, gelieve men de antwoordkaart uiterlijk 13 December 1951 te verzenden.

De Secretaris,
ir G. M. VAN DIJK.

Afdeling voor Electrotechniek

Ledenvergadering op Woensdag 12 December 1951 in Hotel „de Rozenboom" Brinklaan 86 te Bussum aanvang 10.30 uur

Van het N.S. station Naarden-Bussum vertrekken de N.B.M. bussen (richting Hotel de Rozenboom) om resp. 4 en 10 minuten over het hele en halve uur.

Agenda:

1. Opening van de vergadering en mededelingen van het Bestuur.
2. Bestuursverkiezing.

   Volgens rooster zijn per 1 Januari 1952 aan de beurt van aftreden:
   a. ir C. BROEKMEYER, penningmeester.
   b. ir E. v. D. HOEK.

   Hoewel beide bestuursleden niet herkiesbaar zijn, stelt het Bestuur, vooruitlopend op een wijziging van het afdelingsreglement (overeenkomstig de normen van het standaardreglement), aan de leden voor, de ambtsperiode van de penningmeester alsnog met 3 jaar te verlengen. Dienovereenkomstig stelt het Bestuur candidaat:
   a. ir C. BROEKMEYER, als penningmeester.
   b. ir J. L. BONEBAKKER.
   Namen van tegencandidaten, vergezeld van een bereidverklaring van de candidaat, worden vóór 10 Dec. a.s. bij de Secretaris ingewacht.
3. Begroting 1952.
4. ± 11.00 uur Voordracht door jhr dr ir C. TH. F. VAN DER WIJCK over: *Overwegingen bij de keuze van Lopik als plaats voor de televisie-zender.*
5. ± 11.45 uur. Voordracht door ir A. W. M. PALING over: *Televisie zender- en studio-apparatuur en de inrichting van een televisie studio.*
   ± 12.30 uur. Eenvoudige koffiemaaltijd à *f* 2.— per persoon inclusief bediening.
6. ± 13.30 uur. Voordracht door ir J. A. J. BOUMAN over: *Televisie ontvangapparaten.*
7. ± 14.30 uur. Bezoek in groepen aan de nabij gelegen televisie studio. Dit bezoek kan door de in de zaal aanwezige bezoekers op het televiesiescherm worden waargenomen.

Opgave tot deelname door inzending van aangehechte kaart uiterlijk 8 *December a.s.* Gezien de accommodatie in zaal en studio moet het aantal deelnemers worden beperkt tot 120; inschrijving geschiedt volgens datum van ontvangst der opgaven. Inschrijvers boven deze limiet zullen hiervan bericht ontvangen.

Provenierssplein 16a,
Rotterdam.

De Secretaris,
ir W. JANSEN.

Afdeling voor Bouw- en Waterbouwkunde Sectie voor Grondmechanica

Zesde ledenvergadering op Woensdag 12 December 1951 in het Gebouw voor Weg- en Waterbouwkunde der T.H., Oostplantsoen 25, Delft om 14.15 uur n.m.

Agenda:

1. Opening.
2. Vertoning film: „Highway Soil Engineering"; daaraan voorafgaande een korte inleiding door ir W. C. VAN MIERLO.
3. Sluiting.

Toelichting punt 2.

De film „Highway Soil Engineering" is een geluidsfilm in kleuren vervaardigd door het „Bureau of Public Roads" in U.S.A. Aan de aankondiging van deze film in Public Roads van Juni 1951 wordt het volgende ontleend:

„Highway Soil Engineering describes the two distinctive components of soil — granular and silt-clay materials — and illustrates the methods employed in surveying and sampling soils in the field. Laboratory tests are presented in sequences which show the step-by-step procedures involved. The tests demonstrated are those used by the Bureau and many of the State highway departments, and cover the complete range needed to examine the properties of soils that are of interest to highway engineers.

The picture shows the striking contrast in condition and in maintenance requirements of pavements laid on good and on poor subgrade soils. It concludes with a demonstration of the value of a sand subbase in preventing intrusion of subgrade soil into the overlying crushed-stone base course".

Oostplantsoen 25 — *De Secretaris-Penningmeester,*
Delft. — ir W. C. VAN MIERLO.

Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw

Excursie (met voordracht ter plaatse) naar de P.E.N.-centrale te Velsen-Noord (speciaal wat betreft de chloreerinstallatie) op Dinsdag 18 December 1951 om 10.30 uur v.m.

Aankomst aan de halte Velsen-Hoogovens uit Noordelijke richting om 10.02 en uit Zuidelijke richting om 10.10. Afstand tot de centrale ten hoogste 10 minuten gaans.

Eigen rijders worden verzocht om 10.30 aan de P.E.N.-centrale aanwezig te willen zijn.

Agenda:

1. Ontvangst door de Directie van het P.E.N.
2. Huishoudelijk gedeelte:
   a. Begroting 1952 (opgenomen in *De Ingenieur*).
   b. Benoeming commissie nazien rekening en verantwoording 1951.
   c. Verkiezing van 2 bestuursleden wegens aftreden van de heren: ir J. J. HISSINK (niet herkiesbaar) en ir F. C. RAUWENHOFF (herkiesbaar).

Door het bestuur worden als candidaten voorgesteld: ir W. VAN OSSELEN, Directeur „Gispen" N.V. Culemborg en ir F. C. RAUWENHOFF.

Medegedeeld wordt, dat prof. ir R. VAN HASSELT, die 20 Nov. 1951 verkozen werd tot voorzitter van de Sectie Werkplaatstechniek vanaf die datum ambtshalve deel uitmaakt van het afdelingsbestuur.

3. Voordracht van mr C. J. PULHAM over:
   Chlorination of Condensor Cooling Water
4. Discussie.
5. Inleiding tot bezichtiging van de P.E.N.-centrale in het algemeen en de chloreerinstallatie in het bijzonder door ir R. KRUK, hoofdingenieur bij het P.E.N.
6. Koffiebroodje (bij meer dan 50 deelnemers in twee groepen te gebruiken) aangeboden door het bedrijf.
7. Rondleiding door het bedrijf.
8. Thee, aangeboden door het bedrijf.

In verband met een door het bedrijf gestelde limiet gelieve men zich zo spoedig mogelijk op te geven. Ieder ontvangt bericht. Men wordt dringend verzocht bij onverwachte verhindering na ontvangst van dit bericht de secretaris omgaand te waarschuwen.

Prins Hendrikkade 12 — *De Secretaris,*
Zaandam. — ir J. WILDSCHUT.

AGENDA VAN VERGADERINGEN

* 10 Dec. 1951. Afd. voor Krijgskundige Techniek in samenwerking met de Ver. van Officieren der Genie te Utrecht (Esplanade). Aanvang 14.00 uur. Maj. der Genie G. A. VAN GRONDELLE: *Genie-technische aspecten in Nederlands Nieuw-Guinea.* (Zie blz. A. 517).

11 Dec. 1951. Betonvereniging te 's-Gravenhage in het geb. v.h. K.I.v.I. Aanvang 14.15 uur. Dr ir A. M. HAAS: *Experimenteel onderzoek van voorgespannen betonbalken.*

* 12 Dec. 1951. Afd. voor Technische Economie te 's-Gravenhage in het geb. v. h. K.I.v.I. Aanvang 14.00 uur. P. R. BENTZ VAN DEN BERG: *Het Plan-Schuman.* (Zie blz. A. 517).

* 12 Dec. 1951. Afd. voor Verkeer en Verkeerstechniek, te Rotterdam, s'Jacobplein 10. Aanvang 14.00 uur. Dr W. F. VAN GUNSTEREN: *De ontwikkeling van de Rijnvaart.* (Zie blz. A. 502).

12 Dec. 1951. Techn. Economisch Genootschap te Utrecht (Esplanade). Aanvang 10.30 uur. Ir J. HELLEMANS: *Condenswater-afvoer en -verzameling.* Ir H. J. VAN EBBENHORST TENGBERGEN: *Ervaringen met garantiemetingen bij de Staatsmijnen.* (Zie blz. A. 512).

▶* 12 Dec. 1951. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde, Sectie voor Grondmechanica te Delft, Oostplantsoen 25. Aanvang 14.15 uur. Film: *Highway Soil Engineering* met inleiding door ir W. C. VAN MIERLO. (Zie blz. A. 529).

* 12 Dec. 1951. Afd. voor Electrotechniek te Bussum. Aanvang 10.30 uur. *Televisie-lezingen en Studiobezoek.* Sprekers: jhr dr ir C. TH. F. VAN DER WIJCK, ir A. W. M. PALING en ir J. A. J. BOUMAN. (Zie blz. A. 529).

* 15 Dec. 1951. Afd. voor Mijnbouw te 's-Gravenhage, geb. v.h. K.I.v.I. Aanvang 9.00 uur. Vergadering der European Ass. of Exploration Geophysicists. Dipl. Ing. LINSZER: *Geometric problems originated by Seismic reflexion in mines.* A. T. DENNISON, B.Sc. A. Inst. P., Ph. D.: *The design of electromagnetic geophones.* Dr B. BAARS: *Gravity Effect of Earth Tides.* R. TOMASCHEK, Ph. D.: *Earth Tilts and the Flow of Oil Wells.* V. BARANOV: *Sur le Calcul de l'Influence Gravimétrique des Structures Définies par les Isobathes; Application à la Correction Topographique.* Ir J. W. DE BRUYN: *Some examples of the application of Isostasy.* (Zie blz. A. 502).

* 18 Dec. 1951. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw te Velsen-Hoogovens (P.E.N.-centrale). C. J. PULHAM: *Chlorination of Condensor Cooling Water.* (Zie blz. A. 530).

* 18 Dec. 1951. Afd. voor Chemische Techniek te Amsterdam, Kon. Instituut voor de Tropen. Aanvang 14.00 uur. P. VAN RIEL en ir R. C. NAUTA: *Centrifuges en Separatoren.* (Zie blz. A. 518).

▶* 19 Dec. 1951. Kring Gelderland te Nijmegen, Voorstadslaan 23. Aanvang 14.00 uur. Excursie naar Papierfabriek Gelderland. (Zie blz. A. 529).

20 Dec. 1951. Vereniging van Waterleidingbelangen in Nederland te Utrecht (Esplanade). Ledenvergadering.

* 21 Dec. 1951. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde te 's-Gravenhage (Dierentuin). Jaarvergadering. Aanvang 10.30 uur. W. L. KOK: *De Rhône-werken bij Donzère Mondragon.* Ir J. H. VERHEY: *Enige aspecten van de Rijnvaart.* (Zie blz. A. 518).

* 22 Dec. 1951. Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's-Gravenhage (Dierentuin). Prof. W. F. J. M. KRUL: *Drinkwatervoorziening van Nederland in het verband der algemene waterhuishouding.* (Zie blz. A. 529).

22 Dec. 1951. Ned. Natuurk. Vereniging te Amsterdam, Plantage Muidergracht 4. Aanvang 14.30 uur. L. J. F. BROER (Delft): *Moleculaire traagheidsverschijnselen in de aerodynamica.* J. SMIT (Eindhoven): *Magnetische weerstandsveranderingen van Ferromagnetische metalen en legeringen.* (Zie blz. A. 497).

▶ 11 en 12 Jan. 1952. Delftse Hogeschooldagen. (Zie blz. A. 523).

▶ 17 en 18 Jan. 1952. Vacantiecursus in drinkwatervoorziening aan de T.H. te Delft, Oostplantsoen 25. Aanvang 3 Jan. 13.30 uur; 4 Jan. 10.00 uur. (Voorl. mededeling).

▶ = Nieuw aangekondigde Vergadering. * = Instituuts-, Kring-, Afd.- of Sectie-Vergadering.

Inhoud ALGEMEEN GEDEELTE 49: Het IXde Internationale Wegencongres van de Permanente Internationale Vereniging voor Wegencongressen te Lissabon, 24—29 Sept. 1951, door ir. J. F. L. VAN GILS (*Wordt vervolgd*). — Berichten van allerlei aard: Delftse Hogeschooldagen 1952. Congres over Televisie in Engeland, 28 April—3 Mei 1952 te Londen. IVe Congres International des Fabrications Mécaniques 4—10 Juni 1952 te Stockholm. Vestiging van de Cincinnati Milling Machine Comp. te Vlaardingen. Uit het buitenland. — Boekennieuws: Korte aankondigingen. — Personalia. — K. I. v. I.: Begroting 1952 en toelichting op de statuten-wijziging. Het Rapport der Commissie voor de toekomstige Energievoorziening. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw, Begroting 1952. Afd. voor Chemische Techniek, Begroting 1952. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde, Ontwerp-begroting 1952. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw, Sectie voor Werkplaatstechniek, Samenstelling Bestuur. Kring Gelderland, Notulen 24 Sept. 1951. Afd. voor Techn. Wetenschappelijk Onderzoek, Verslag excursie Lab. voor Grondmechanica, 9 Oct. 1951. Afd. voor Techn. Economie, Notulen 22 Mei 1951 en 17 Oct. 1951. — Programma van Vergaderingen. — Agenda van Vergaderingen.

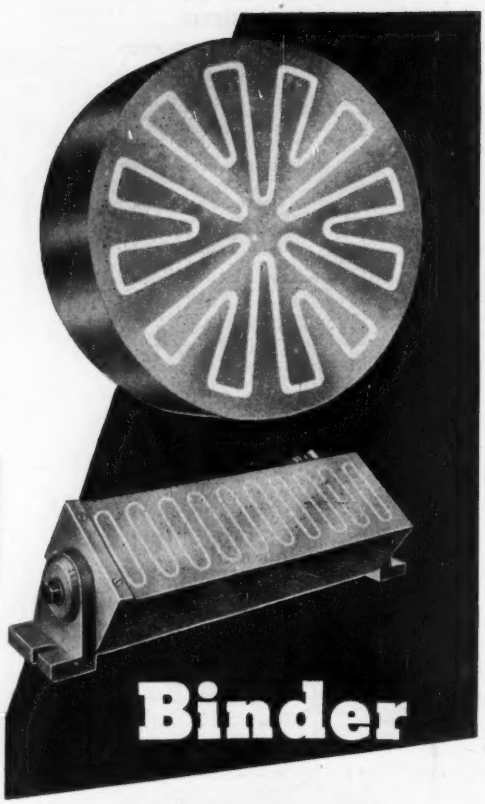
INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

ALGEMENE TIJDSCHRIFTEN

	Aantal blz.	Aantal fig.
THE ENGINEER, Vol. 192 — nr 4999 van 16 *November* 1951		
E. H. LIVESAY: The end of an era (I)	3	3
1000 kW marine gas turbine set (I)	3	5
Sugar beet harvesting machinery	2	4
Falsework units for reinforced concrete construction	1	3
The works of the Steel Company of Wales (III)	2	3
Tower cranes for building work	1	1
G. A. WAUCHOPE e.a.: The design of large pumping installations for low and medium heads	2	6
Turbo-alternator works extension at Witton	3	4
Roller bearing axleboxes on the Standard locomotives	1	3
Twin diesel marine reduction gear	2	2
An air filter drive	1	1
IDEM, Vol. 192 — nr 5000 van 23 *November* 1951		
E. H. LIVESAY: The end of an era (II)	3	6
Hydro-electric power in the Isere catchment of the French Alps	4	6
The works of the Steel Company of Wales (IV)	4	9
1000 kW marine gas turbine set	3	5
A precast concrete framed building	1	1
H. ROXBEE COX: Some fuel and power projects	3	9
Heavy hydraulic presses	1	2
ENGINEERING, Vol. 172 — nr 4477 van 16 *November* 1951		
1,000-kW gas-turbine alternator set for the Royal Navy	4	8
Heavy forge shop at Hadfields Limited, Sheffield	4	10
240-mW power station under construction at bankside	1	3
Gearbox for twin marine diesel engines	2	5
Radio-frequency edge-gluing machine	1	2
R. DAVIS: High-voltage research at the National Physical Laboratory	2	1
THE ENGINEERS' DIGEST, Vol. 12 — nr 11 van *November* 1951		
E. ECKERT (Duitsland): The optimum tube lay-out for heat exchangers	5	10
M. L. BEGEMAN (Amerika): The physical and metallurgical characteristics of spot-welded titanium	2	4
N. I. GORAYETSKI (Rusland): Abrasive liquid blasting	4	12
E. FUHRMANN (Oostenrijk): Cams and followers for high-speed internal combustion engines	3	9
I. HERLITZ (Zweden): Some aspects of the thermal short-circuit strength of electrical equipment	2	—
S. G. KELLEY: Machining of hard, brittle materials by means of ultrasonic vibrations	1	—
L. LAZZARINO (Italië): New photoelastic equipment at the University of Pisa	2	1
O. GOCHE e.a. (België): The rôle of carbon in the formation of thin film deposits	3	2
A. BARTOCCI (Italië): On the transverse mechanical properties of forgings	2	5
THE OVERSEAS ENGINEER, Vol. 25 — nr 288 van *December* 1951		
1,0009 kW gas-turbo-alternator	3	4
Oil refinery pumps	3	0
Measurement by light waves	2	3
Electrode salt baths	2	3
THE JOURNAL OF THE INSTITUTION OF ENGINEERS AUSTRALIA, Vol. 23 — nr 9 van *September* 1951		
H. WHITE e.a.: Radio aids to airways navigation — The Australian visual aural radio range system	15	20
LE GENIE CIVIL, Tome 128 — nr 22 van 15 *November* 1951		
Les applications des roches volcaniques françaises	4	2
REVUE UNIVERSELLE DES MINES, Tome 7 — nr 11 van *November* 1951		
P. GERARD e.a.: Nouvelle méthode de mesure de la viscosité du verre dans la zone de transformation	4	5
P. GERARD e.a.: Recuisson du verre plat	13	13
G. BATTA e.a.: l'Obtention a l'état pur des principaux constituants du ciment Portland	3	1
TEXTIELWEZEN, Jg. 7 — nr 11 van *November* 1951		
J. G. THIEME: Het bepalen van de vezellengte in het bijzonder van Sisal Tow	3	1
M. TRIOEN: Het gebruik van de electrische energie voor verwarmingsdoel in de industrie (II)	4	5
SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG, Jg. 69 — nr 46 van 17 *November* 1951		
K. ELSER: Der stationäre Wärbeübergang bei laminarer Strömung	2	3
TEKNISK TIDSKRIFT, Jg. 81 — nr 42 van 17 *November* 1951		
E. GÖTHBERG: Pneumatiska smörjsystem för rullningslager	6	10
N. G. LEIDE e.a.: Krafter och friktion vid sjösättning av större tankfartyg	6	9
T. WIDELL: Beläggningar och tubavstand i angpannor	5	9
INGENIØREN, Jg. 60 — nr 44 van 3 *November* 1951		
E. B. SCHIELDROP: En sivilisasjon som har knyttet sin skjebne til teknikken	3	—
H. PRINTZ: Tang og tare, deres egenskaper of anvendelse, saerlig i Norge	5	3
IDEM, Jg. 60 — nr 45 van 10 *November* 1951		
O. KRAMHOFT: Taetning af roterende aksler	7	23
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE BELGE DES INGÉNIEURS ET DES INDUSTRIELS, no 5 van *October* 1951		
GODFRIND: La machine à calcul et les servomoteurs appliqués à la D.T.C.A.	10	18
H. MOUREU: La science au service de la cité	9	7
A. HUET: Considérations sur les échangeurs de chaleur	7	9
M. D. MUELLER: l'Usine et ses bâtiments	4	1

Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage tegen de prijs van f 0,60 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen.

Z.O.Z.



electro-magnetische opspanplaten lossen Uw problemen bij het vastspannen van werkstukken op.

Ronde of langwerpige vorm.

Universele uitvoering.

Ontmagnetiseertoestellen.

Trommels voor het ontijzeren.

R. S. STOKVIS & ZONEN N.V.

JAVASTAAL - STOKVIS N.V. - DJAKARTA

INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

BOUW- EN WATERBOUWKUNDE

	Aantal biz.	Aantal fig.
OURNAL OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS, Vol. 36, no 9 van *November* 1951		
A. E. Reid e.a.: The design and construction of the Baghdad Railway and Road Bridge	36	44
LA HOUILLE BLANCHE, Jg. 6 — nr 4 van *Juli—Augustus* 1951		
A. Coutagne: Périodicités et prévisions	11	6
F. Biesel e.a.: Les appareils générateurs de houle en laboratoire	4	8
G. Morlat: Sur la consigne d'exploitation optimum des réservoirs saisonniers	14	5
R. Silber: Sur l'étude des écoulements permanents graduellement variés en canaux découverts	3	1
P. Danel e.a.: Translation isothermique et opérateurs de quelques transformations élémentaires	3	8
MÉMOIRES ET TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE, Vol. 11 no 2 van 1951		
M. Fortier: Quelques résultats nouveaux sur les pertes de charge singulières	4	7
A. Schlag e.a.: Variations de la perte de charge du canal d'amenée de la centrale de Bévercé	5	3
R. Durand: Transport hydraulique de graviers et galets en conduite	11	11
Labaye e.a.: Etude sur modèle des mesures à prendre pour améliorer le dégravement d'une prise d'eau existante	10	15
P. Gabriel: Nouvelles dispositions de dessableurs	10	12
R. Jupillat e.a.: Sur l'évolution du coup de bélier dans une galerie d'amenée à l'amont de la cheminée d'équilibre	6	12
M. Blanchet: Les siphons de décharge dans les chambres d'eau	8	7
M. Bonnet: Sur les surpressions qui peuvent résulter du remplissage d'une bâche de sa vanne de garde	7	7
G. Morlat: Note sur l'estimation des débits de crues	16	7
DER BAUINGENIEUR, Jg 26 — nr 11 van *November* 1951		
R. Barbré: Modellversuche über die Spannungsverteilung in einem geschweissten Kranbahnträger für das Margam-Stahlwerk im Süd-Wales	4	6
H. Hebberling: Der Korrosionsschutz als Bauproblem	2	1
A. Meyer: Die Verbundwirkung zwischen Stahlbetonfertigteilen und Ortbeton	4	3
W. Säger: Der verdrehte Rechteckstab bei verhinderter Wölbung der Endquerschnitte	4	6
DIE WASSERWIRTSCHAFT, Jg. 42 — nr 2 van *November* 1951		
M. Prüss: Vordringliche Abwasserprobleme in Westdeutschland	7	—
W. Dressel: Das Ledasperrwerk bei Leer als Hochwasserschutz für das Leda-Jümme-Gebiet	7	6

Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage tegen de prijs van f 0,60 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen.

Hydraulische

VLAKSLIJPMACHINE

volautomatisch

ING. BUREAU

DRIESSEN - DRIEBERGEN

TEL. K 3438-8414

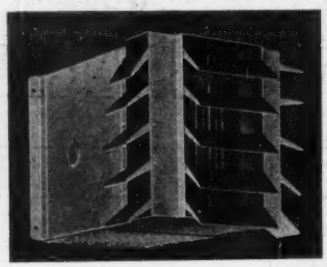
ZOEKT U RENDEMENTSVERBETERING

Vervang dan Uw roterende gelijkstroomgeneratoren door moderne Philips gelijkrichters. Het hoge rendement van deze apparaten is van belang voor U én voor Uw stroomleverancier. Een installatie met hoog rendement is dus een sterk motief bij onderhandelingen over spertijden. Gelijkrichters tot een vermogen van 1200 kW kunnen geheel volgens Uw eigen eisen worden vervaardigd, wat een efficiente toepassing waarborgt.

Vraag vrijblijvend advies!

PHILIPS PRODUCTEN VOOR DE INDUSTRIE

N.V. PHILIPS' VERKOOP-MAATSCHAPPIJ VOOR NEDERLAND - EINDHOVEN



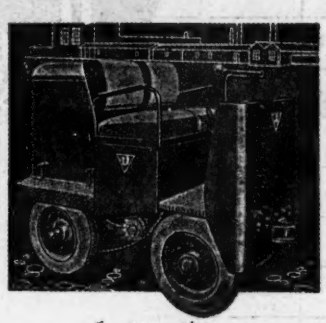
LUCHTVERWARMINGS APPARATEN

NV DE BRUIJN

ENSCHEDE

De nieuwe

IVO-TREKKER



De omkeerbare

DIESEL-TREKKER

VOOR INTERN TRANSPORT

TREKKRACHT: 20 TON

OPG. 1836

JOSEPH VÖGELE A·G MANNHEIM

IMPORTRICE MECHANISCH TRANSPORT UNIE „METRAM" · SCHEIDINGSWEG C 221 · TEL. 24753 METRAM NIJMEGEN

De

non-ferro metalen

en legeringen van

I.C.I.

zijn beroemd over

de gehele wereld

ICI

Wij verstrekken U gaarne elke gewenste inlichting:

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES (HOLLAND) N.V.

ROTTERDAM

MH 98

DRAAISTROOMOLIETRANSFORMATOREN
IN VERMOGENS VAN
50 TOT 5000 k.V.A.

*

OLTHOF'S TRANSFORMATORENFABRIEK N.V.
Reehorsterweg 23
EDE (HOLLAND)
TELEFOON 9741

Kolb schroeven en precisie-onderdelen

4 Kolb Kwaliteiten
voor hoge belastingsgevallen

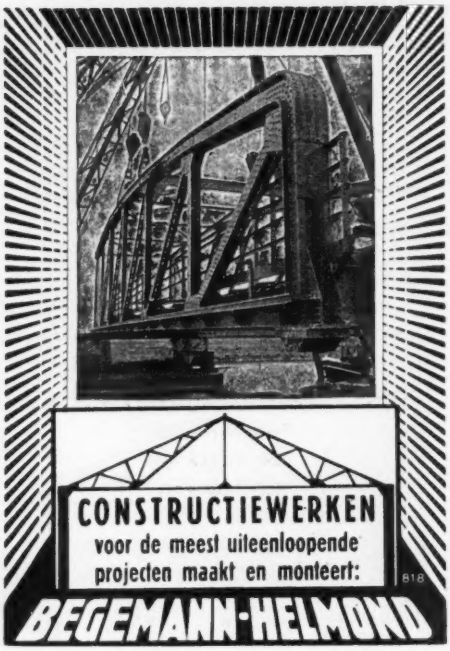
Kwaliteit K 18-8	roestvrij en zuurbestendig
Kwaliteit K 18-8-2	in hoge mate zuurbestendig, lasbaar zonder nabehandeling.
Kwaliteit K 500	bestand tegen temperaturen tot 500° C
Kwaliteit K 1200	bestand tegen temperaturen tot 1200° C

KOLB & CO WUPPERTAL-OBERBARMEN
Alleenvertegenwoordiging voor Nederland:
Y. B. JANSEN, EINDHOVEN, MARKT 9, TEL. 5033

Beveilig Uw fabriek.....

tegen brand, door een **ATLAS-SPRINKLER** installatie. Het betekent tevens een belangrijke verlaging van Uw verzekeringspremie.

HOOFDAGENTEN VOOR NEDERLAND:
N.V. BRONSWERK
AFD. ATLAS-SPRINKLERS AMSTERDAM


CONSTRUCTIEWERKEN
voor de meest uiteenloopende projecten maakt en monteert:
818
BEGEMANN-HELMOND

CDC
VERREMETING
VOOR
ELECTRICITEIT - GAS
EN
WATERLEIDINGBEDRUVEN
TEVENS VOOR DE INDUSTRIE:
VERREMELDING EN STURING
METERFABRIEK - DORDRECHT.

The
BRITISH THOMSON-HOUSTON
co. Ltd.
N.V. INTERNATIONALE TECHNISCHE EN CHEMISCHE HANDELMIJ.
Kwikdamp - glas-gelijkrichter met uitrijdbare ballon
N.V. „INTECHMIJ"
'S-GRAVENHAGE - KNEUTERDIJK 2a
TELEFOON 182635 EN 182636

Hardt Uw gereedschappen door middel van A.C.E.C. zoutbad ovens 160° tot 1315°C
Voordelen:
Constante temperatuur
Volkomen gelijkmatig verspreide warmte
Oxydatievrije behandeling
Vervorming volledig uitgesloten
Geringe onderhoudskosten
CHARLEROI
CACEC
Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi
Ing. Bur. Frowijn & Co. Apeldoorn, Amsterdam, Den Haag, Maastricht, Groningen.

DE INGENIEUR

CH. CHEMISCHE TECHNIEK 9.

66.063.01

De mengsnelheid van vloeistoffen in een met een propeller geroerd vat

door prof. ir H. KRAMERS en ir W. H. KNOLL
Laboratorium voor Physische Technologie der T.H.

Summary: *The rate of mixing of liquids in a propeller agitated mixing vessel.*

A comparative study is presented on the influence of rotor position, speed and direction of rotation, and of the presence of baffles on the rate of mixing of liquids in a 32 cm. diameter vessel fitted with a 8 cm. propeller. A standardized electrolytic injection method was used, giving the mixing time T necessary for a sufficient degree of mixing, i.e. variations in salt concentration less than 0,1 %. It was found that the number of revolutions for sufficient mixing was independent of the rotational speed. This number was smallest for an inclined position of the rotor. Also with a sufficient excentricity of the rotor or with a central rotor in conjunction with four vertical baffles relatively rapid mixing was observed.

Inleiding

De laatste tijd zijn er in dit blad twee artikelen verschenen over de „Technologie van het mengen" door VAN KREVELEN en medewerkers [1] [2]. Het eerste artikel behandelt de door verschillende typen van roerders voortgebrachte stromingspatronen in discontinue mengtoestellen en geeft een overzicht van de, in hoofdzaak in de V.S. gevonden resultaten over het benodigd vermogen, de snelheid van mengen, oplossen, warmteoverdracht etc. Het tweede artikel is van meer fundamentele aard. De hierin naar voren gebrachte ideeën over de beoordeling van de efficiency van het additioneel mengen zullen in de toekomst aanleiding kunnen geven tot een meer volledige theorie over het mengen zelf. Dit is zeer gewenst, omdat nog een theoretische basis ontbreekt, op grond waarvan verschillende criteria voor de graad en voor de snelheid van menging met elkaar kunnen worden vergeleken. Zolang zulk een criterium inhaerent blijft aan de toegepaste meetmethode, zonder dat uit dergelijke metingen gevolgtrekkingen van meer algemene aard kunnen worden gemaakt, zijn wij nog in het stadium van de meng „kunst". Wij kunnen echter niet verwachten dat een complete theoretische analyse de kunst tot kunde zal verheffen, wanneer niet vele, op verschillende wijzen uitgevoerde metingen, ons op het spoor van een juiste theorie brengen. Daarom wordt hieronder melding gemaakt van een betrekkelijk concreet onderzoek, dat te Delft met steun van het Delfts Hogeschoolfonds werd uitgevoerd.

Doelstelling en meetmethode

Het doel van het onderzoek was om voor een gegeven vat met een gegeven roerder na te gaan, hoe de snelheid van mengen afhankelijk was van de wijze waarop de roerder werd gebruikt. Als maat voor de snelheid van mengen werd de mengtijd T gekozen. Deze werd op de volgende wijze vastgesteld en gemeten:

In het vat, dat met een verdunde zoutoplossing gevuld is, wordt onder de te onderzoeken omstandigheden geroerd. Op een tijdstip $t = 0$ wordt een kleine hoeveelheid geconcentreerde zoutoplossing in de vloeistof geworpen. Hierna wordt met behulp van een of twee meetcellen het electrisch geleidingsvermogen op een daartoe geschikte plaats in de vloeistof gemeten en geregistreerd. De door het inwerpen ontstane fluctuaties in de concentratie worden tengevolge van de menging kleiner. De tijd, die verloopt tussen het inwerpen en het ogenblik, waarna deze fluctuaties kleiner blijven dan 1‰ van de gemiddelde zoutconcentratie, wordt gedefinieerd als de mengtijd T.

Een soortgelijke methode werd reeds toegepast door WOOD, WHITTEMORE en BADGER [3] en door GEESE [4] op een vat met langzaam lopende roerarmen (paddles).

Uitvoering van het onderzoek

Het mengvat was cylindrisch met een diameter D = 0,32 m en een hoogte van 0,50 m. Het vloeistofniveau werd steeds op een hoogte van 0,32 m(= D) boven de vlakke bodem gehouden. Als roerder werd een kleine 3-bladige scheepspropeller gebruikt (diameter = 0,08 m = $^3/_4$ D, hoogte 0,02 m, spoed 1 : 1) [1]). Het toerental van de schroefas kon tussen 400 en 2000 omw./min worden ingesteld. Aan de rand van het vat was een mechanisme bevestigd voor het automatisch inwerpen van de kleine hoeveelheid goed geleidende vloeistof. Het inwerpen geschiedde door het sluiten van een electrisch contact en was zo goed mogelijk reproduceerbaar. De meetcellen, die op verschillende plaatsen in de vloeistof konden worden gestoken, bestonden uit een tot een ijle cylinder gewonden platinadraad als éne electrode (diameter cylinder = hoogte = 0,025 m) en een platinadraad in de as van de cylinder als andere (niet geaarde) electrode. Uit metingen bleek dat deze meetcellen geen merkbare invloed op het stromingsbeeld hadden, behalve in enkele gevallen van lage roer-intensiteit. Beide cellen waren opgenomen in een brug van WHEATSTONE, waarvan de diagonaalspanning via een versterker en een fazegevoelige gelijkrichter aan een snellopende Brush-oscillograaf werd toegevoerd (zie fig. 1). Wanneer met één cel

[1]) Deze propeller werd gegoten naar een model dat door het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen werd vervaardigd.

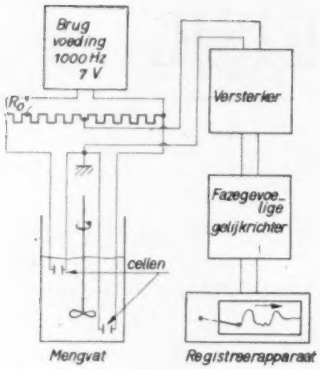
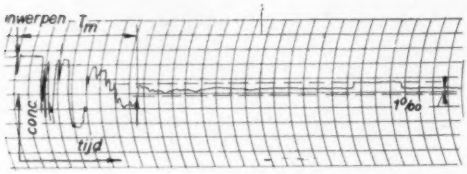
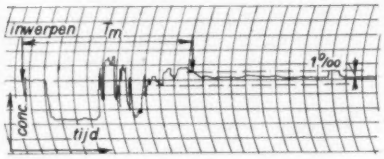


Fig. 1. Schema van de meetinrichting.



a



b

Fig. 2. Voorbeelden van geregistreerde mengkrommen.
a — opgenomen met één meetcel.
b — opgenomen met twee meetcellen.

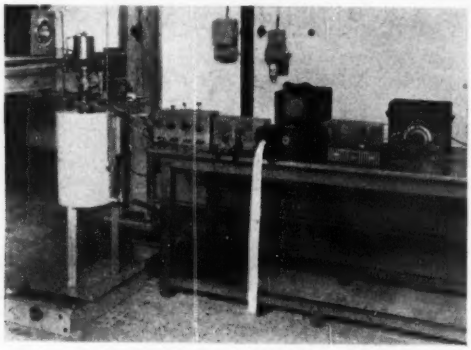


Fig. 3. Overzicht over de meetopstelling.

werd gemeten, werd de andere cel vervangen door een vaste weerstand. In een van de brugtakken was tenslotte een aparte inschakelbare weerstand R_o aangebracht, die op het registreerapparaat een afwijking van juist 1‰ van de gemiddelde concentratie kon veroorzaken. Uit de mengkrommen in fig. 2 blijkt dan duidelijk, op welke wijze de door ons gedefinieerde mengtijden konden worden bepaald. Fig. 3 geeft een foto van de gebruikte opstelling.

Als zout werd *KCl* gekozen, omdat het verband tussen het electrisch geleidingsvermogen en de concentratie tot 20 g/l lineair is. De concentratie van de oplossing in het vat werd steeds tussen 2,5 en 3 g/l gehouden. De ingeworpen vloeistof werd na een aantal oriënterende proeven gestandaardiseerd op een hoeveelheid van 10 cm³ (ca 0,03% van de inhoud van het vat) met een concentratie van 100 g/l.

De betekenis van de gemeten mengtijd T

De kleine hoeveelheid goed geleidende oplossing, die in het vat wordt geworpen, komt na korte tijd in de buurt van de roerder en wordt door het stromingsveld daarvan in flarden gescheurd, die naar verschillende plaatsen in het vat worden getransporteerd. Dit convectieve mengproces, dat zich een aantal malen herhaalt, is primair voor de snelheid van menging, vooral bij het begin van het mengen. Naarmate de volume-elementen met sterk afwijkende concentratie fijner over de inhoud van het vat verdeeld worden, gaat ook de concentratie-vereffening door diffusie een steeds grotere rol spelen. Dit effect is dus eerst werkzaam in het laatste stadium en zorgt voor het bereiken van volledige uniformiteit.

Uit de opgemeten mengkrommen kregen wij de indruk dat bij het hier aangehouden criterium van „voldoende" menging (1‰ afwijking van de gemiddelde concentratie) de moleculaire diffusie nog geen grote rol heeft gespeeld. De mengkrommen vertoonden nl. meestal fluctuaties op een langzaam naar de eindconcentratie naderende „achtergrond". Daar deze fluctuaties van toevallige aard zijn, is het niet te verwonderen, dat de gemeten mengtijden een grote spreiding vertonen. Op grond van een groot aantal (ca 700) voorlopige proeven kwam vast te staan dat de frequentieverdeling van T een normale Gauss-verdeling benaderde met een standaardafwijking van 15%, vrijwel onafhankelijk van de condities van het roeren. Om toch betrouwbare waarden van T te verkrijgen, werd iedere proef 15 maal herhaald; bij de gegeven standaardafwijking ligt dan het gemiddelde van 15 waarnemingen met 90% zekerheid binnen $\pm$ 6,4% van de juiste waarde en met 99% zekerheid binnen $\pm$ 10%. Bij de gebruikte meetmethode vergden 15 herhalingen 5 à 10 min.

Uiteraard is het criterium, volgens hetwelk de mengtijd T werd vastgesteld, tamelijk willekeurig. Zo zijn van invloed: de concentratie van de vloeistof in het vat, de hoeveelheid en concentratie van de ingeworpen vloeistof en de grootte van de meetcellen. Hoewel voor de definitieve metingen de bovengenoemde standaardcondities werden gekozen, werd enig onderzoek verricht naar de invloed van deze variabelen. Het is de bedoeling dit onderzoek uit te breiden, waardoor de gemeten mengtijden een meer algemene betekenis kunnen krijgen.

Tenslotte is nog de plaats van de meetcel(len) van invloed op de gemeten mengtijd. Zou men twee, in een brug geschakelde cellen vlak naast elkaar zetten, dan zouden zij, vooral in de buurt van de propeller, reeds snel dezelfde concentratie (dus voldoende menging) aanwijzen, terwijl boven of onder in het vat de menging nog lang niet compleet was. Proeven met één cel hebben getoond, dat de gevonden waarde van T in het algemeen afhankelijk is van de hoogte h van de cel boven de bodem van het vat. Als voorbeeld hiervan zijn de resultaten van enkele metingen in fig. 4 weergegeven. Hieruit blijkt, dat zicht om de roerder een gebied bevindt van vrij constante mengtijd, waar de

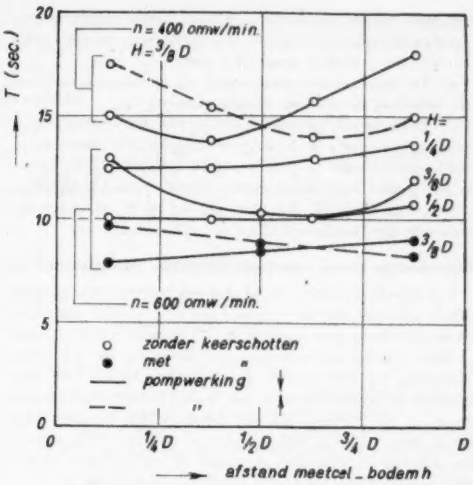


Fig. 4. Invloed van de meethoogte h in het vat op de gevonden mengtijd T (H = afstand propeller-bodem).

fluctuaties in de concentratie het snelst zijn uitgestorven. Of de menging zich het langzaamst boven- of onder in het vat voltrekt, hangt af van de plaats van de roerder en van de draairichting ervan. Daar door gebruik van keerschotten de circulatie in verticale richting wordt bevorderd, zijn hier de verschillen kleiner dan in het zelfde geval zonder keerschotten. Bij de definitieve proeven werden de meetcellen geplaatst op $^1/_8$ D boven de bodem van het vat en beneden het vloeistofoppervlak. Op deze wijze werd dan de „langste" mengtijd T_m gemeten. Of deze boven of onder in het vat werd gevonden, is in de resultaten aangegeven.

Alle metingen werden bij kamertemperatuur verricht. Bij een kunstmatige temperatuurvariatie van 10—50°C kon geen invloed op de mengtijd worden waargenomen.

Proefnemingen

De invloed van de volgende variabelen op de mengtijd, vastgesteld volgens het hierboven beschreven criterium, werd onderzocht:

a, Toerental van de roerder (n).
b. Draairichting van de roeras, dus pompwerking van de propeller naar beneden of naar boven.
c. Plaats van de roerder (hoogte boven de bodem $H = {}^1/_4$, $^3/_8$ en $^1/_2$ D, excentriciteit $e = 0$, $^1/_8$, $^1/_4$ en $^5/_{16}$ D), zie fig. 5a.
d. Aanwezigheid van verticale keerschotten, zie fig. 5b.
e. Aanwezigheid van een kruisschot op de bodem, zoals aangegeven door REAVELL [5], zie fig. 5c.
f. Scheve stand van de roeras, zie fig. 5d.

Toerental (*a*). Bij 8 verschillende omstandigheden (centrale en excentrische propeller met en zonder keerschotten) werd de invloed van n op T_m nagegaan. Het aantal omwentelingen werd hierbij gevarieerd van 400 per minuut tot het maximale aantal, waarbij nog geen hinderlijke wervelvorming optrad (zie hierover later). Bij iedere serie bleek het product (toerental × mengtijd) binnen ± 10 % constant te zijn (zie fig. 6). Gezien de even grote nauwkeurigheid van de T_m-waarden is bovengenoemde nauwkeurigheid voldoende om tot een constantheid van dit product te concluderen, althans onder de onderzochte omstandigheden.

Deze omstandigheden kunnen allereerst worden gekarakteriseerd door het getal van REYNOLDS voor de roerder. Met de roerderdiameter van 0.08 m, kinematische viscositeit van water $\nu = 10^{-6}$ m²/sec en het aantal omw./sec = $n/60$ variërend van ca 7 tot 20 sec⁻¹ blijkt het Re-gebied te zijn:

$$45000 < Re < 130.000.$$

Uit de door RUSHTON c.s. [6] gepubliceerde gegevens over het door roterende roerelementen opgenomen vermogen blijkt, dat in dit gebied de turbulentie van de stroming in de buurt van de roerder reeds behoorlijk ontwikkeld is. De constantheid van het product nT_m zou hiermee verband kunnen houden.

In het volgende is als maat voor de snelheid van het mengen genomen:

$$\frac{n}{60} \cdot T_m = N.$$

N is dus het aantal omwentelingen van de roerder dat nodig is voor het bereiken van voldoende menging volgens het reeds aangegeven (tamelijk willekeurige) criterium.

Overige omstandigheden (*b t/m f*). De uiteindelijke meetresultaten zijn in de tabellen I en II verzameld. Iedere

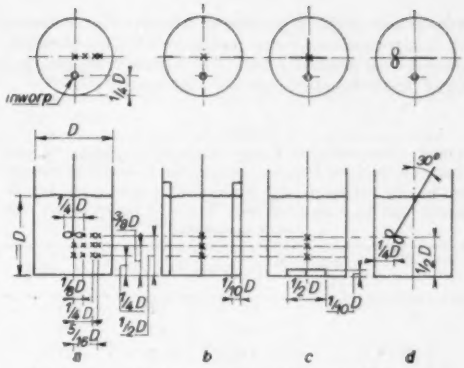


Fig. 5. Overzicht van de onderzochte omstandigheden.

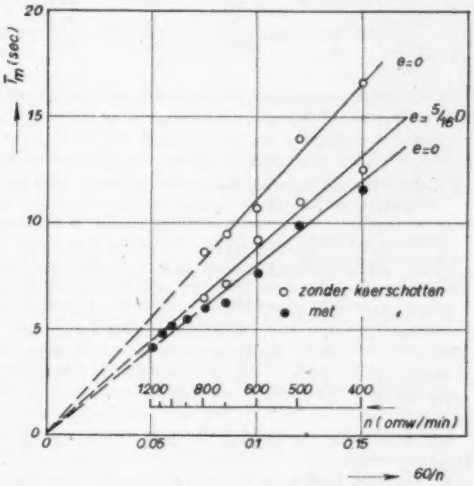


Fig. 6. Voorbeelden van de evenredigheid tussen T_m en 1/n. (e = excentriciteit van de propeller).

waarde voor N is het gemiddelde resultaat van metingen bij 2 of 3 toerentallen. Iedere meting werd 15 maal herhaald. Daarbij werd steeds nagegaan of de voldoende menging het laatst boven of onder in het vat werd bereikt.

TABEL I.

Aantal omwentelingen N voor voldoende menging bij verschillende hoogten H en excentriciteiten e, zonder keerschotten (zie fig. 5a en d). De letters b en o betekenen dat de langste tijd voor menging resp. boven en onder in het vat werd gevonden.

	pomp-werking	$H=D/4$	$H=3D/8$	$H=D/2$
$e=0$	↓	133 b	121 b	130 o
	↑	127 b	124 o	132 o
$e=\frac{D}{8}$	↓	182 b	121 b	117 b
	↑	209 b	—	101 b
$e=\frac{D}{4}$	↓	157 b	135 b	92 o [2])
	↑	111 b	111 b	130 b
$e=\frac{5D}{16}$	↓	112 b	92 o	90 o

[2]) Bij scheve stand van de roerder-as (fig. 5d) was N = 80 voor beide pomprichtingen.

TABEL II.

De invloed van de aanwezigheid van keerschotten op N bij centrale stand van de roerder (fig. 5b en c).

keer-schotten	pomp-werking	$H=D/4$	$H=3D/8$	$H=D/2$
afwezig	↓	133 b	121 b	130 o
	↑	127 b	124 o	132 o
verticaal (fig. 5b)	↓	93 b	90 b	91 b
	↑	113 o	97 o	98 o
kruis (fig. 5c)	↓	107 o	175 b	139 b

Uit deze resultaten kunnen een aantal conclusies getrokken worden.

1. Tussen de beste en de slechtste onderzochte opstelling bestaat een verhouding van de mengtijden van meer dan 2. Het kan dus inderdaad de moeite waard zijn voor een bepaalde toepassing de ongunstigste stand te vermijden en eventueel de gunstigste stand op te zoeken.

2. Een centrale roerder zonder keerschotten werkt betrekkelijk slecht, omdat door de tangentiale vloeistofwervel in het vat de pompwerking van de propeller weinig tot zijn recht komt. De gunstigste hoogte van de propeller ligt voor beide draairichtingen tussen $H=D/4$ en $H=D/2$.

3. Door excentrische plaatsing kan de mengtijd bekort worden. Een aanzienlijke excentriciteit op ongeveer de halve vloeistofhoogte blijkt het gunstigst te zijn. Bij kleine excentriciteit en lage stand van de propeller komen zeer significante lange mengtijden voor.

4. Verticale keerschotten geven een duidelijke verbetering van de mengwerking te zien, vrijwel onafhankelijk van de hoogte van de centraal geplaatste roerder. Een naar beneden gerichte pompwerking is gunstig. Oriënterende proeven hebben verder getoond dat excentrische plaatsing van de roerder bij aanwezigheid van deze 4 keerschotten de mengsnelheid niet vergroot.

5. De ervaringen met het kruisvormige keerschot op de bodem zijn eigenaardig. Alleen als de propeller van een korte afstand er naar toe pompt, wordt een tamelijk snelle menging bereikt. Bij grotere hoogten van de roerder heeft het kruis echter een funeste invloed, vermoedelijk omdat het dan tot stagnatie van de vloeistofstroom en het optreden van dode hoeken aanleiding geeft.

6. De onderzochte scheve stand van de roeras levert van alle bekeken gevallen de snelste menging op.

7. In de meeste gevallen heeft de richting van de pompwerking geen grote invloed op de mengtijd. De neerwaartse richting is meestal te prefereren. De uitzonderingen liggen in het gebied van kleine excentriciteit en kleine hoogten. Het is waarschijnlijk dat hier ook de in de vloeistof optredende dichtheidsverschillen een rol spelen.

Bijkomstige eisen voor een efficiënte menging

Een practische eis is veelal, dat een roerder niet zodanig wordt gebruikt, dat de vloeistof een kolk vormt, waardoor de roerder lucht gaat trekken. In dit opzicht is een centrale roerder zonder keerschotten ongunstig. In de gebruikte opstelling bij neerwaartse pompwerking begon zich dan een kolk te vormen bij $n = 500$, terwijl lucht trekken reeds bij $n = 800$ optrad. Bij een tegengestelde draairichting lagen deze getallen iets hoger. De globale toerentallen, waarbij het luchttrekken ontstond bij excentrische plaatsing van de propeller zijn in tabel III aangegeven.

TABEL III.

Maximaal toerental in omw./min bij excentrische plaatsing van de propeller (bij $H=D/4$).

Pomp-werking	$e=0$	$e=D/8$	$e=D/4$	$e=5D/16$
↓	800	700	1200	800

Bij vergelijking van deze gegevens met tabel I krijgt men de indruk dat de stromingspatronen, die snel tot kolkvorming aanleiding geven voor een snelle menging ongunstig zijn. Met verticale keerschotten en ook bij een scheve stand van de roeras kon bij $n = 1200$ nog geen begin van een kolk waargenomen worden. Bij het kruisschot en hogere roerderstand trad weer wel kolken op bij dit toerental.

Een tweede aspect van de efficiënte menging betreft het vermogen dat voor het roeren van de inhoud van het vat nodig is. In het hier bestreken Reynoldsgebied is dit vermogen ongeveer evenredig met n^3 (zie o.a. [1] en [6]). De evenredigheidsconstante hangt van de opstelling van de roerder af, en is bij aanwezigheid van keerschotten enkele tientallen procenten hoger dan zonder keerschotten. Wij hebben niet nauwkeurig nagegaan onder welke omstandigheden de totale energie voor voldoende menging minimaal is. Wel kan gezegd worden dat het door de roerder afgenomen vermogen geen directe maat is voor de mengsnelheid, zoals door vroegere auteurs wel werd geopperd.

Slotopmerkingen

Enerzijds is in deze studie wel een inzicht verkregen in de gunstigste omstandigheden voor een snelle menging van vloeistoffen. Aan de andere kant moet er op gewezen worden dat deze gegevens slechts één combinatie van roerder en vat betreffen, van geringe afmeting, terwijl het criterium voor voldoende menging zekere beperkingen inhoudt. Voor het ontwerpen van een discontinue vloeistofmenger zijn de gegevens dan ook zeer onvoldoende. Allereerst is het nodig dat de invloed van de mengverhouding op de mengtijd nader wordt bekeken, evenals die van de gelijkvormige vergroting. In de tweede plaats zou een onderzoek naar de rol van de vloeistofeigenschappen (viscositeit en diffusiecoëfficiënt) en een vergelijking van verschillende typen roerders gewenst zijn. In deze richtingen wordt het onderzoek dan ook voortgezet.

Tot slot willen wij onze erkentelijkheid betuigen jegens het Delfts Hogeschoolfonds voor de bij dit onderzoek verleende financiële steun.

Literatuur

[1] D. W. van Krevelen en J. Huiskamp, *De Ingenieur* **61**, Ch 6—12 en 15—22 (1949).
[2] J. Visman en D. W. van Krevelen, *De Ingenieur* **63**, Ch 49 (1949).
[3] J. C. Wood, E. R. Whittemore en W. L. Badger, *Chem. Met. Eng.* **27**, 1176 (1922).
[4] W. Geese, *D. Zuckerind.* **58**, 623, 639 (1933).
[5] B. N. Reavell, „Conference on mixing and agitation in liquid media", *The Institution of Chem. Engrs.* (London) July 1951.
[6] J. H. Rushton, E. W. Costich en H. J. Everett, *Chem. Eng. Progress* **46**, 395, 467 (1950).

Moleculaire destillatie

66.048.8

door ir H. BOOY
Ingenieur bij de N.V. Mekog te IJmuiden

Summary: *Molecular Distillation.*

A survey is given of the molecular distillation. Special attention is drawn to the much smaller decomposition hazard as compared with ordinary distillation.

Some possibilities to obtain a better-than-one-plate separation are described and a number (out of the many) of the applications of molecular distillation are mentioned.

Inleiding

Indien bij een destillatie de druk wordt verlaagd, dan zal de temperatuur, waarbij deze destillatie plaats vindt, eveneens dalen. Van deze omstandigheid kan gebruik gemaakt worden, om voor hoge temperatuur gevoelige stoffen onder een zo lage druk te destilleren, dat de temperatuur, waarbij een merkbare ontleding optreedt (of een andere ongewenste reactie) niet overschreden wordt.

Daar het verband tussen de dampspanning en de temperatuur van een stof gegeven wordt door een vergelijking:

$$\log p = A - \frac{B}{T}$$

zou het in theorie mogelijk zijn, bij een willekeurig lage temperatuur te destilleren, door slechts de druk voldoende laag te kiezen.

In de practijk, tot voor 25 jaar, constateerde men evenwel, dat een verlaging van de druk tot beneden 3—5 mm Hg (gemeten voorbij de condensor!) slechts weinig invloed had op de temperatuur van de destillerende vloeistof. Men realiseerde zich hierbij niet, dat bij de gebruikte destillatie-apparatuur de druk, die in de ontvanger gemeten werd, niet gelijk is aan die in het kookvat, maar veel lager en dat er dus een drukverval in de transportleiding van de damp optrad. Nu is een dergelijk drukverval (van de orde van 3—5 mm Hg) inderdaad noodzakelijk om een redelijke destillatie-snelheid te verkrijgen. Met andere woorden, zelfs al zou de druk in de condensor tot nul worden teruggebracht, dan zal toch de druk boven de destillerende vloeistof enige mm Hg moeten zijn; en om dit te bereiken, zal men voor een bepaalde stof aan een bepaalde temperatuur gebonden zijn.

Men moet hierbij ook bedenken, dat een drukverschil van 3—5 mm een grotere invloed heeft op de temperatuur in het kookvat, naarmate men bij lagere drukken werkt.

Laat men de eis, een redelijke destillatie-snelheid te handhaven, vallen (wat dus in feite betekent dat men met een kleiner drukverschil genoegen neemt), dan kan inderdaad bij een lagere temperatuur gewerkt worden.

Uit de volgende berekeningen van Hickman en Stanford [35] wordt het duidelijk, dat het werken bij kleinere drukverschillen de destillatie-snelheid zeer sterk reduceert.

Zij berekenden, dat indien in een bepaald apparaat een zekere hoeveelheid van een stof bij een drukverschil van 10 mm *Hg* in ½ minuut overdestilleert, dezelfde hoeveelheid bij 1 mm in 1 uur destilleert, bij 0,1 mm in 1 week, bij 0,01 mm in 2 jaar en bij 0,001 mm in 40 jaar.

Om nu toch de destillatie bij lage drukken met redelijke snelheid te kunnen uitvoeren, is het noodzakelijk, de weerstand, die de leiding tussen kookvat en condensor biedt, aan de hierdoor stromende damp te verkleinen en gebruik te maken van korte, wijde leidingen.

Bij de moleculaire destillatie, ook genoemd destillatie op korte afstand, zijn de leidingen voor transport van de damp geheel komen te vervallen en vindt de vorming van de damp en de condensatie hiervan in dezelfde ruimte plaats.

Hierbij wordt deze ruimte bovendien zó ver geëvacueerd, dat het niet condenseerbare gas geen belemmering meer vormt voor de damp en deze geheel ongehinderd het condenserende vlak kan bereiken. Hierdoor wordt bereikt, dat de destillatiesnelheid uitsluitend bepaald wordt door de snelheid, waarmee de damp ontstaat en niet meer door de snelheid, waarmee zij getransporteerd kan worden.

Principe van de moleculaire destillatie

Het principe van de moleculaire destillatie is schematisch weergegeven in fig. 1. Hierin stelt A het oppervlak voor van de te destilleren stof met een temperatuur T_1, B het oppervlak van de gecondenseerde stof met een temperatuur T_2; T_1 is groter dan T_2.

De beide oppervlakken zijn op een korte afstand tegenover elkaar geplaatst, terwijl de tussenliggende ruimte zo ver geëvacueerd is, dat practisch alle moleculen, die uit A vrijkomen, zonder botsingen met niet condenseerbaar gas het oppervlak B bereiken.

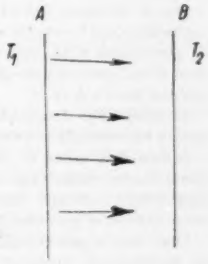


Fig. 1. Principe van moleculaire destillatie.

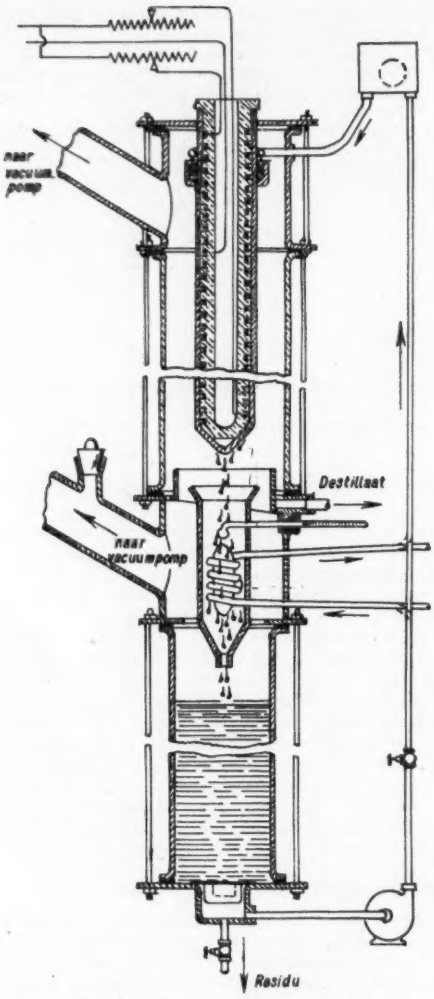


Fig. 2. Destillatieapparaat met ontgassing vóór het begin der destillatie. (Am. O.S. 2. 136. 774).

De temperatuur van B wordt zo laag gehouden, dat eenmaal hierop gecondenseerde stof hiervan niet weer verdampt.

Om te bereiken, dat vrijwel geen der uit A verdampte moleculen door botsingen weer in A terugkeert, is nodig, dat de gemiddelde vrije weglengte van deze moleculen in het door B niet gecondenseerde gas groot is ten opzichte van de afstand tussen A en B.

In tabel 1 zijn de gemiddelde vrije weglengten van enige gassen bij verschillende drukken opgegeven.

Indien dus, zoals in de praktijk het geval is, de afstand tussen verdampend en condenserend oppervlak enige centimeters bedraagt, dan moet de druk van het niet condenseerbare gas van de grootteorde van 1μ Hg zijn.

Deze druk is geheel onafhankelijk van de dampdruk van de destillerende vloeistof en moet dus ook afzonderlijk

TABEL 1 [1])

gemiddelde vrije weglengte van enige gassen in cm bij 25 °C

druk	lucht	CO_2	H_2O	Hg
$0{,}1\mu$ Hg	50,9	33,4	33,7	26,6
$1\ \mu$ Hg	5,09	3,34	3,37	2,66
$10\ \mu$ Hg	0,509	0,334	0,337	0,266

hiervan beschouwd worden. Aan beide drukken worden bij de moleculaire destillatie geheel andere eisen gesteld. In het begin van de ontwikkeling van de moleculaire destillatie werd dit niet steeds goed ingezien en meende men, dat de dampdruk van de destillerende vloeistof, evenals de druk van het niet condenseerbare gas zo laag gehouden moest worden, dat de gemiddelde vrije weglengte van de dampmoleculen groter was dan de afstand tussen verdampend en condenserend oppervlak.

Deze formulering legt vele vóór 1940 verschenen octrooischriften een overbodige beperking op, bijv. [9].

In 1940 werd aan HICKMAN octrooi verleend voor moleculaire destillatieapparatuur, waarbij het condenserend oppervlak zo ver van het verdampende oppervlak verwijderd is, dat de dampmoleculen gemiddeld meer dan vijf maal met elkaar in botsing komen voor zij het condenserend oppervlak bereiken [25]. Dat dit aan de destillatie geen afbreuk doet komt, doordat alle dampmoleculen afkomstig zijn uit hetzelfde vlak en er dus bij een botsing van twee dampmoleculen geen impulsomkering optreedt, die bewerkt, dat een van de twee weer in het verwarmde oppervlak terugkeert. Anders is dit bij botsingen tussen damp- en luchtmoleculen, daar een luchtmolecule na een botsing met het condenserende oppervlak een impuls heeft in de richting van het verdampende vlak, en een reeds verdampt molecule hierin kan terugstoten. Dat het verdampend en het condenserend oppervlak op een korte afstand van elkaar geplaatst kunnen worden, is te danken aan het feit, dat bij destillatie in hoog vacuum de vorming van dampbellen achterwege blijft, en dus geen spatten van te destilleren vloeistof optreedt.

Het is inmiddels niet gewenst, om het verdampende oppervlak te dicht bij het condenserende te plaatsen. Gezien de rustige en gelijkmatige verdamping zou het mogelijk zijn, de afstand tussen de oppervlakken tot enige millimeters terug te brengen, om zo bij een hogere druk van de permanente gassen te kunnen destilleren, doch eventueel vrijkomende gassen — opgeloste of door ontleding gevormde — kunnen dan niet snel genoeg weggepompt worden en vormen een hindernis voor de verdampte moleculen.

De ontgassing

Het is niet mogelijk, een vloeistof zonder een voorafgaand ontgassen aan een moleculaire destillatie te onderwerpen. Doordat in de vloeistoffen steeds gassen opgelost zijn (b.v. 10 volume %) treedt sterk schuimen op, terwijl het gewenste vacuum moeilijk te bereiken is. FAWCETT [17] berekende, dat bij de destillatie van 1 liter levertraan het enorme volume van 1.000.000 liter niet condenseerbaar gas bij een druk van 1μ Hg weggepompt moet worden.

Bij de moleculaire destillatie op grote schaal voert men de ontgassing in aparte voorontgassers uit (fig. 4), die voorzien zijn van een eigen pompapparatuur. Bij laboratoriumapparaten kan de ontgassing in het apparaat zelf uitgevoerd worden, door de vloeistof bij een geleidelijk afnemende druk te laten circuleren.

[1]) De getalswaarden zijn ontleend aan: S. DUSHMAN, Scientific Foundations of Vacuum Technique, JOHN WILEY & Sons Inc. New York, 1949 p. 36.

In het destillatieapparaat, weergegeven in fig. 2, gebeurt het ontgassen vóór het begin der eigenlijke destillatie.

In een apparatuur, waarin niet gecirculeerd kan worden, wordt de vloeistof in een aparte ruimte vooraf ontgast (b.v. fig. 3). Door de opgeloste lucht te verdrijven door een inert gas (fig. 5), kan de ontgassing bij een hogere temperatuur en dus sneller, zonder gevaar voor oxydatie, worden uitgevoerd. (Bij de destillatie van vitaminen worden ook wel beschermende stoffen toegevoegd om dit gevaar te ontgaan [24]).

Een extra voordeel levert de verdringing van lucht door waterstof, daar de pompsnelheid en de doorstroomsnelheid door leidingen voor waterstof ca vier maal zo groot is als voor lucht [23]. De door een cylindrische buis stromende hoeveelheid gas is $30480 \frac{a^3}{l} \sqrt{\frac{T}{M}}$ cm³ sec⁻¹ (a: straal van de buis in cm, l: lengte in cm, T: absolute temperatuur in °K, M: moleculairgewicht in gram per mol.) en de door een buis stromende volumina verhouden zich bij verschillende gassen dus omgekeerd als de wortel uit hun moleculairgewichten.

Een andere methode om het grootste deel van de opgeloste waterstof te verwijderen bestaat in het voeren van de vloeistof over een hydreringskatalysator. De laatste resten gas kunnen dan met een betrekkelijk kleine vacuumpomp worden verdreven [23].

De destillatiesnelheid

Zoals reeds gezegd, wordt de damp bij een goed ontgaste vloeistof uitsluitend aan het oppervlak gevormd, door een rustige verdamping. LANGMUIR berekende [39] voor de verdampingssnelheid van stoffen in absoluut vacuum:

$$n = N.p. \sqrt{\frac{1}{2\pi R.T.M.}}$$

(hierin is: n het aantal verdampende moleculen per cm² per seconde, N het getal van Avogadro per mol, p de dampspanning bij T° in dyne per cm², R de gasconstante in erg per °K per mol., T de absolute temperatuur in °K en M het moleculairgewicht in g per mol.).

Deze formule is om te werken tot: $w = 5{,}83.10^{-2} . p \sqrt{\frac{M}{T}}$,

waarin w de verdampende massa in gram per cm² per seconde is en p de druk in mm Hg.

Trioleïne b.v. heeft bij 250°C een dampspanning van 0,0043 mm Hg en verdampt met een snelheid van 2 gram per minuut per 100 cm² [17]. De condensatiesnelheid is steeds lager, doordat niet alle verdampte moleculen de condensor bereiken. Een klein gedeelte, b.v. 10% zal in het verdampende oppervlak terugkeren door botsingen met nog aanwezig, niet condenseerbaar gas. Ook bestaat de mogelijkheid, dat door een ongunstige plaatsing en vorm van het condenserende vlak, een gedeelte van de damp niet opgevangen wordt. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de apparatuur, weergegeven in fig. 6.

Bij de berekening van de verdampingssnelheid uit de formule van LANGMUIR moet bedacht worden, dat de temperatuur aan het oppervlak van een destillerende vloeistof lager is, dan in de vloeistof zelf. De in een vloeistoffilm of in een vloeistoflaag optredende temperatuursgradiënt is groter, naarmate sneller verdampt wordt en dus meer warmte door de laag getransporteerd moet worden.

De oververhitting aan de wand is een factor, die de snelheid, waarmee we kunnen destilleren begrenst, doordat we juist bij moleculaire destillatie te maken hebben met stoffen, die voor hoge temperaturen gevoelig zijn en een oververhitting niet kunnen verdragen.

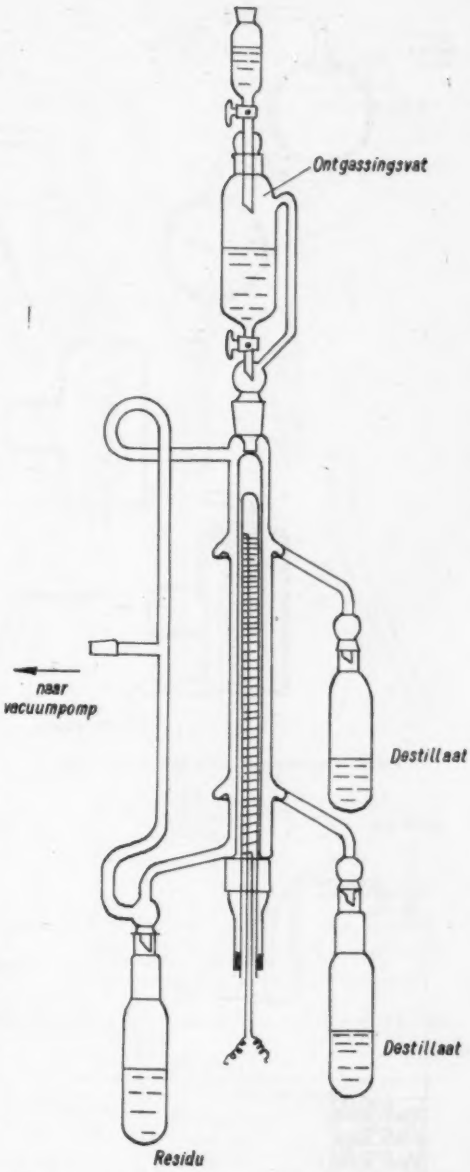


Fig. 3. Apparatuur, waarin niet gecirculeerd kan worden). (tekening uit [51]).

Bij de verwijdering van de niet gepolymeriseerde fractie uit standolie b.v. treedt, als te snel gedestilleerd wordt, op het verwarmende oppervlak een verdere polymerisatie op, met als gevolg een aankorsting hiervan en door de zo gevormde isolerende laag een steeds groter wordende oververhitting, zodat tenslotte de olie gaat kraken en door het hierbij gevormde gas spatten optreedt en het vacuum bedorven wordt.

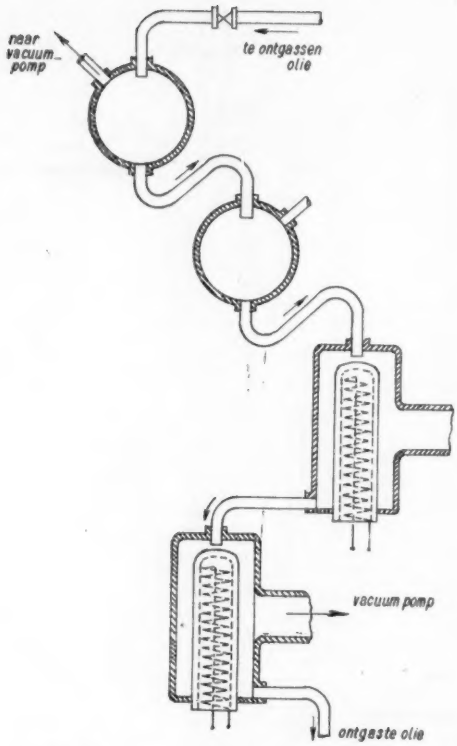


Fig. 4. Voorontgasser. (Am. O.S. 2. 136. 774).

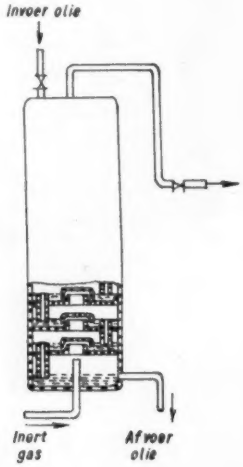


Fig. 5. Verdrijven van lucht door inert gas. (Am. O.S. 2. 136. 774).

Ook bij de destillatie van thermisch stabielere stoffen hindert een te grote oververhitting aan de wand, doordat hierdoor dampbellen kunnen ontstaan, die de vloeistof doen overspatten en het condensaat verontreinigen.

Van dit laatste wordt in het bijzonder last ondervonden bij vloeistoffen, die niet volledig ontgast zijn, doordat de ontgassing niet goed uitgevoerd is of doordat, wat soms het geval is, zich in de vloeistoffen vaste stoffen bevinden, die hardnekkig gas geadsorbeerd houden.

Om volledig profijt te hebben van de bereikte verdampingssnelheden, moet de temperatuur van het oppervlak van de condensaatfilm zo laag zijn, dat hiervan een te verwaarlozen deel weer afdampt. Dit is het geval, als deze temperatuur 70 à 100 °C ligt beneden de temperatuur van het verdampte oppervlak.

Ook in de condensaatfilm moeten we rekening houden met een temperatuurverval door het transport van de af te voeren warmtehoeveelheid, zodat de temperatuur van de gekoelde wand overeenkomstig lager gehouden moet worden.

Om verliezen door warmtestraling zo klein mogelijk te houden, wordt in de praktijk gewerkt met een zo klein mogelijk temperatuurverschil tussen het verdampende en het condenserende oppervlak.

De destillatietemperatuur

Bij de moleculaire destillatie hebben we niet, zoals dat bij de gewone destillatie het geval is, te maken met een bepaald kookpunt, maar met een geheel temperatuurstraject, waarbij verdamping mogelijk is, en wel een verdamping met verschillende snelheden.

De bovengrens van het traject wordt bepaald, door de toe te laten oververhitting op de warme wand en de overweging, dat geen spatten van vloeistof op mag treden, de ondergrens door de eis, dat de destillatie niet te langzaam mag verlopen.

Voor de meeste stoffen is een traject van ca 50°C bruikbaar voor de moleculaire destillatie, waarbij we globaal kunnen rekenen, dat bij elke 10° temperatuursverhoging een verdubbeling van de destillatiesnelheid plaats heeft.

Het heeft, zoals uit het bovenstaande blijkt, geen zin, ter karakterisering van een stof of van een destillaatfractie op te geven, bij welke temperatuur of tussen welke temperatuursgrenzen deze gedestilleerd werd.

Behalve de temperatuur zou ook de destillatiesnelheid opgegeven moeten worden, doch daar zowel de oppervlaktetemperatuur als de verdampingssnelheid niet te meten zijn, wordt dit in de praktijk niet gedaan.

Van de omstandigheid, dat de verdamping van een stof bij verschillende temperaturen kan geschieden, kan geen gebruik gemaakt worden om voor hoge temperaturen gevoelige stoffen te sparen, door bij een zo laag mogelijke temperatuur te werken. De snelheid van de ongewenste reactie, wordt bij elke 10° temperatuursdaling wel twee maal zo klein, maar de destillatiesnelheid eveneens, zodat de destillatie twee maal zo lang duurt en het voordeel van de kleinere ontledingssnelheid juist teniet gedaan wordt door de langere ontledingstijd.

Al maakt het voor de ontleding weinig uit, bij welke temperatuur gedestilleerd wordt, — indien we de oververhitting van de vloeistof aan de wand even buiten beschouwing laten —, voor de scheiding van verschillende stoffen kan het van belang zijn bij welke temperatuur we werken.

Dit zal het geval zijn, als in het dampspanningsdiagram $\log p/\frac{1}{T}$ de lijnen van twee stoffen niet evenwijdig lopen, zoals b.v. bij oliezuur en stearinezuur, waarbij de lijnen elkaar zelfs bij 107 °C snijden. Bij elke temperatuur heeft men dan een andere vluchtigheidsverhouding en een andere scheiding.

Ook zal de bij verschillende temperaturen verschillende mate van associatie een rol spelen.

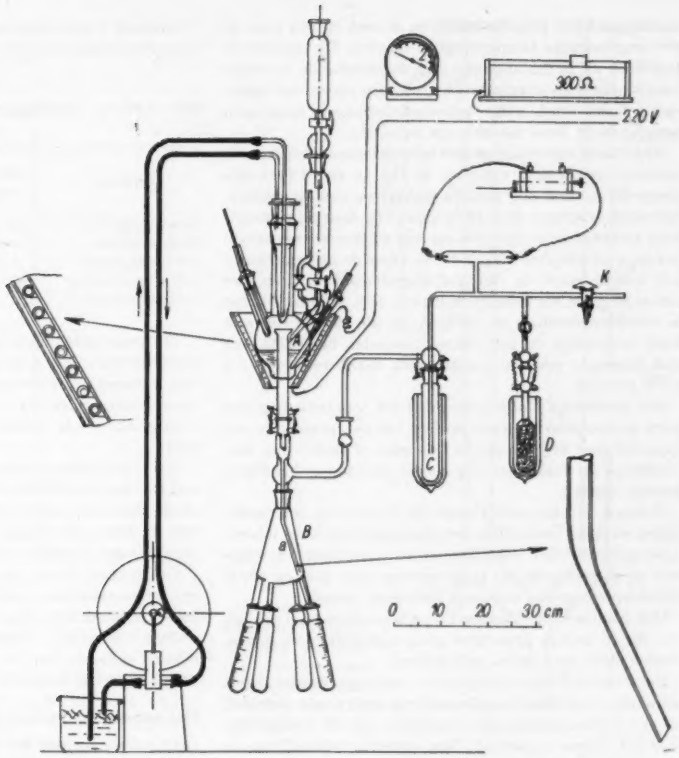


Fig. 6. Apparatuur, waarbij door een ongunstige plaatsing en vorm van het condenserende vlak een gedeelte van de damp niet wordt opgevangen. (tekening uit [53]).

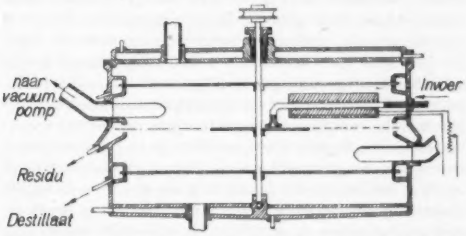


Fig. 7. Apparaat met roterende schijven. (Am. O.S. 2. 210. 927)

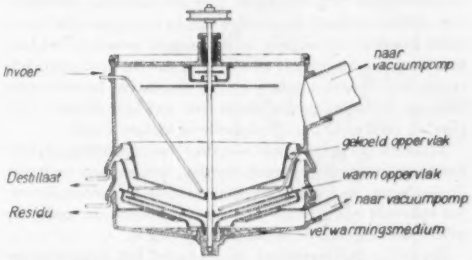


Fig. 8. Apparaat met roterende conus. (Am. O.S. 2. 210. 927).

Het ontledingsgevaar

Zoals reeds opgemerkt, is men vooral overgegaan tot moleculaire destillatie, om voor hoge temperaturen gevoelige stoffen onontleed te kunnen destilleren of tenminste de ontleding hiervan binnen redelijke grenzen te houden.

Doordat de damp, indien deze eenmaal gevormd is, zonder hindernissen het gekoelde oppervlak kan bereiken, kan de dampspanning en dus ook de temperatuur, waarbij gewerkt wordt veel lager zijn, dan bij de gewone destillatie het geval is.

Welke temperatuursverlaging het gevolg van het werken bij de lage druk kan zijn, blijkt uit tabel 2, waarin de verzadigingsdrukken van twee esters bij verschillende temperaturen zijn opgenomen.

Bij de verschillende uitvoeringsvormen van de apparatuur voor moleculaire destillatie is de tijd, waarop de te destilleren vloeistof aan de destillatietemperatuur wordt blootgesteld, zeer verschillend.

TABEL 2

dampspanning (mm Hg)	temperatuur (°C)	
	dibenzylphtalaat [29]	dibutylphtalaat [11]
760	360	340
10	270	198
1	220	148
0,001	130	56 [33]

Bij een goed uitgevoerde destillatie heeft de vorming van de damp uitsluitend aan het oppervlak plaats. De dieper liggende lagen doen aan het verdampingsproces niet mee en worden geheel overbodig op de destillatietemperatuur gehouden met alle ontledingskansen van dien. WATERMAN en OOSTERHOF [48] gingen er dan ook toe over, niet incens de gehele vloeistof aan de destillatie te onderwerpen, doch

slechts een klein gedeelte ervan en de rest op een voor de stof ongevaarlijke temperatuur te houden. Zij voerden de destillatie uit in een apparaat (fig. 3), waarbij de te destilleren vloeistof als een dunne film over een verwarmd oppervlak gevoerd werd, zodat de ontledingstijd van enige uren teruggebracht werd tot op enige seconden.

Nadrhand zijn enige andere uitvoeringsvormen van dit principe verschenen, waarvan in fig. 15 en 16 twee zijn weergegeven. Een nog verdere verkorting van de contacttijd werd verkregen door HICKMAN [27], door de te destilleren vloeistof te verspreiden op snel roterende verwarmde conussen of schijven (fig. 7 en 8). Door de grote centrifugale kracht wordt de vloeistof uitgeslingerd tot een zeer dunne laag, die tot 0,001 mm dik kan zijn, afhankelijk van de rotatiesnelheid en de toevoer, en die slechts een zeer korte verblijftijd op het warme oppervlak heeft. Bij zeer snel roterende schijven worden zelfs tijden verkregen tot 0,001 seconde.

Het is duidelijk, dat hierdoor de mate van ontleding zeer sterk gereduceerd is, zodat stoffen, die een passage in een apparaat met vrij aflopende film niet of slechts ten dele overleven, op deze wijze nog zonder bezwaar gedestilleerd kunnen worden.

BUHLER, HICKMAN en PERRY [8] beschreven een centrifugaal werkend moleculair destillatieapparaat voor laboratoriumgebruik, met een rotor van 12½ cm diameter, waarmee zij sojaboonolie bij temperaturen van 350 en 400°C destilleerden, zonder dat enige ontleding optrad.

Ook residuen van Fischer-Tropsch producten en asphalten, die in andere apparaten geen destillaat meer gaven, werden hierin met succes gedestilleerd.

Behalve dat korte verblijftijden verkregen worden, heeft het werken met centrifugaalkracht nog een tweede voordeel, nl. een goede, gelijkmatige verdeling van de vloeistoffen over het warme oppervlak. Een onder de invloed van de zwaartekracht vrij aflopende film is tijdens de destillatie niet stabiel en heeft tengevolge van in het oppervlak werkzame krachten de neiging, in stroompjes samen te trekken. Een bezwaar hiervan is niet alleen, dat de droogkomende plaatsen oververhit raken en bij een latere bevochtiging kans op ontleding geven, maar ook, dat het effectieve oppervlak en dus de destillatiesnelheid kleiner wordt.

Tenslotte moge nog als voordeel van centrifugaal werkende apparatuur genoemd worden, het werken met zeer dunne lagen, waarin dus slechts een klein temperatuursverval optreedt ten gevolge van de warmtestroom, zodat de oververhitting aan de wand maar gering is.

HICKMAN [32] vergeleek quantitatief het ontledingsgevaar bij verschillende destillatiesystemen.

De ontleding (D) is een functie van de tijd en de temperatuur: $D = t.f(T)$

Voor de reactiesnelheid bij de ontleding geldt bij twee temperaturen T_1 en T_2:

$$\log K_2 - \log K_1 = \frac{E}{2{,}3\,R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right),$$

waarin K de reactiesnelheidsconstante, E de activeringsenergie en R de gasconstante is.

Voor de dampspanning geldt een analoge betrekking:

$$\log p_2 - \log p_1 = \frac{\triangle H}{2{,}3\,R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right),$$

waarin p de dampspanning en $\triangle H$ verdampingswarmte is. Door D nu zo te definiëren, dat $D = 1$ voor $t = 1$ bij een temperatuur waarbij de druk 1μ Hg is, en voorts er gebruik van te maken, dat E en $\triangle H$ voor een groot aantal stoffen dezelfde waarde hebben, kon HICKMAN het (relatieve) ontledingsgevaar definiëren als $D = t.p$.

In tabel 3 zijn enige door HICKMAN opgegeven waarden voor D samengevat [32].

TABEL 3

Het relatieve ontledingsgevaar bij verschillende destillatieapparatuur.

apparaat	verblijftijd	druk	D
Eenvoudige kolf .	uur	1 atm.	2.800.000.000
flash destillatie . .	100 sec	1 atm.	76.000.000
eenvoudige kolf .	1 uur	1 μHg	3.600
vrij aflopende film	200 sec	1 μHg	200
roterende schijf .	0,2 sec	1 μHg	0,2

HICKMAN geeft eveneens de waarde van D op, waaraan verschillende stoffen mogen blootgesteld worden, zonder dat belangrijke ontleding ervan optreedt. Deze is voor ruwe triglyceriden 200, voor vitamine A esters 10—100, voor geactiveerde sterolen 1 en voor penicilineesters 0,1—0,01.

HILL [36] gaf een beschouwing over de mogelijkheid om een stof door destillatie af te scheiden en kwam tot de conclusie, dat al die stoffen gedestilleerd kunnen worden, waarvan de dissociatie energie van de zwakste in het molecuul voorkomende binding groter is dan de moleculaire cohaesie.

CAROTHERS, HILL, KIRBY en JACOBSON [10] vonden in overeenstemming hiermee, dat $n\,C_{70}H_{142}$ nog gedestilleerd kon worden en $n\,C_{80}H_{162}$ niet meer, omdat de dissociatie energie van de C-C binding ligt bij 75000 cal. en de moleculaire cohaesie van de twee paraffinen respectievelijk 70880 en 77220 bedraagt.

Het scheidend vermogen

In het algemeen is het scheidend vermogen van de moleculaire destillatie apparatuur betrekkelijk gering. Verreweg in de meeste in gebruik zijnde apparaturen en in het bijzonder in die, welke op commerciële schaal werkt, heeft de destillatie met slechts één enkele trap plaats. Welke scheiding hierbij verkregen wordt, is af te leiden uit de formule die LANGMUIR voor de verdampingssnelheid heeft gegeven. Elke component uit een mengsel verlaat het oppervlak in hoeveelheden, die evenredig zijn met de concentratie en met de grootheid $p/\sqrt{M}$, waarbij erop gelet moet worden, dat hier sprake is van de concentratie in de oppervlaktelaag. Deze is anders dan die in de rest van de vloeistof, omdat tijdens de destillatie, de oppervlaktelaag rijker wordt aan de minst vluchtige component, die in relatief kleinere hoeveelheden hieruit verdwijnt.

De aanvulling van de vluchtige en de verwijdering van de zwaardere bestanddelen kan plaats vinden door diffusie, thermoconvectie en turbulentie. JAECKEL en OETJEN [38] berekenden, dat de laatste twee in het algemeen niet optreden. Slechts bij centrifugaal werkende apparaten kan, zoals HICKMAN opgeeft [30] turbulentie optreden, doch meestal is het ook daar niet het geval, en is men afhankelijk van de diffusie, die bij de hoogmoleculaire, visceuse stoffen die moleculair gedestilleerd worden, slechts langzaam verloopt en grote concentratieverschillen vereist.

Tengevolge hiervan worden minder goede scheidingen verkregen dan die, welke men op grond van de vluchtigheidsverhouding zou kunnen verwachten. Om hierin te voorzien en om tevens de reeds eerder genoemde onregelmatige vloeistofverdeling bij apparatuur met een vrij aflopende film op te heffen, zijn talrijke uitvoeringsvormen gepubliceerd, waarbij de vloeistof over hindernissen stroomt of waarbij in de vloeistof geroerd wordt om een voortduren-

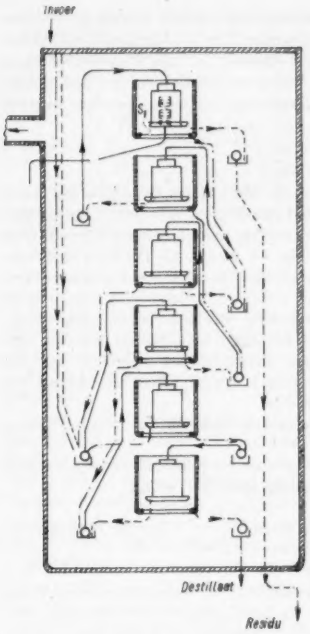


Fig. 9. Terugvoering van condensaten en residuen met behulp van pompen. (Am. O.S. 2. 073. 202).

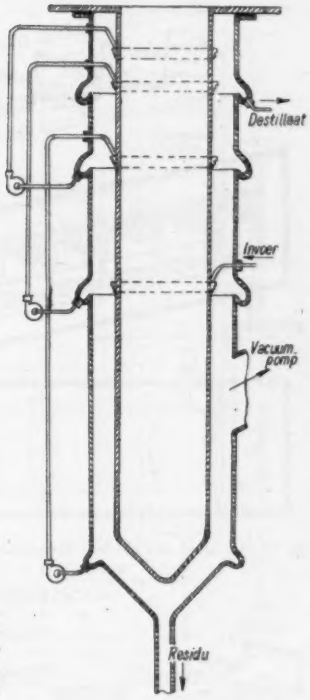


Fig. 10. Terugvoering van condensaten en residuen door middel van pompen. (Br. O.S. 524. 439).

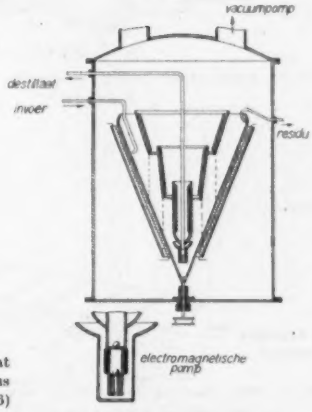


Fig. 11. Apparaat met roterende conus (Am. O.S. 2:234.166)

de verversing van het oppervlak te verkrijgen [46, 44, 20 en 14]. Het scheidend vermogen kan op verschillende wijzen worden verbeterd. HICKMAN plaatste tussen de verdampende en de condenserende oppervlakken schermen van gaas, waarop condensatie en hernieuwde verdamping plaats heeft [28]. De grondgedachte van de moleculaire destillatie, die een ongehinderd damptransport inhoudt, is hiermee echter verlaten.

FRASER [22], FAWCETT [21], en HICKMAN [26] werken met een aantal ruimtelijk gescheiden oppervlakken (in één of meer apparaten ondergebracht) en voeren de verschillende condensaten en residuen met behulp van pompen op geschikte plaatsen in de kringloop terug (fig. 9 en fig. 10). HICKMAN geeft een aantal schema's van de wijzen, waarop dit terugvoeren mogelijk is [30]. Deze methoden komen neer op een herhaalde destillatie en recombinatie, waarbij het residu steeds armer en het destillaat steeds rijker aan de meest vluchtige component wordt.

Door HICKMAN, BREWER en MADORSKY, WOLLNER en BOWMAN zijn enige constructies aangegeven, waarbij deze herdestillaties in een enkel apparaat uitgevoerd kunnen worden.

HICKMAN [31] brengt de te destilleren vloeistof op een roterende conus (fig. 11) en laat het destillaat hiervan op een lagere plaats in de conus terugvloeien. Het destillaat hiervan wordt op een nog weer lagere plaats gebracht, geeft een nieuw destillaat en zo voorts. BREWER en MADORSKY [14 en 6] plaatsten een aantal bakjes trapsgewijze in serie (fig. 12 en 13). Een schuin staand condenserend oppervlak boven elk bakje brengt het destillaat in een hoger gelegen bakje, terwijl het residu naar het vorige overloopt. Dit apparaat werd gebruikt voor de scheiding van kwikisotopen, waarbij in een enkele destillatie met een apparaat met tien bakjes een scheiding verkregen werd, waarvoor met een enkelvoudig werkende apparatuur vijf en vijftig recombinaties en herdestillaties nodig geweest zouden zijn.

Een apparaat bestaande uit een batterij van tien kolommen met vrij aflopende film, werd gepubliceerd door S. L. MADORSKY [40]. Hierbij is het stroomschema voor de destillaten en de residuen dezelfde als bij het bakjesapparaat; het transport van de vloeistoffen wordt verkregen met behulp van electromagnetische pompen. WOLLNER [53, 54] gebruikt een hellend opgestelde buis, waarvan de onderzijde verwarmd en de bovenzijde afgekoeld wordt (fig. 14). Op de zijwanden van de buis aangebrachte goten zorgen voor transport van destillaat naar hoger gelegen zônes in de buis, terwijl residu als reflux over de verwarmde onderkant afstroomt.

BOWMAN [2, 45] voert een dampstroom door een wijde

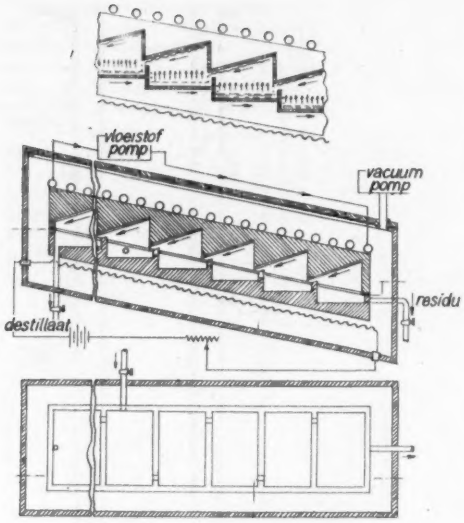


Fig. 12. Apparaat met bakjes trapsgewijze in serie. (Am. O.S. 2. 446. 997).

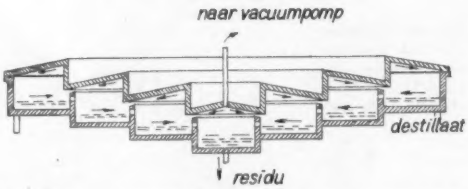


Fig. 13. Apparaat met bakjes trapsgewijze in serie. (Am. O.S. 2. 446. 997).

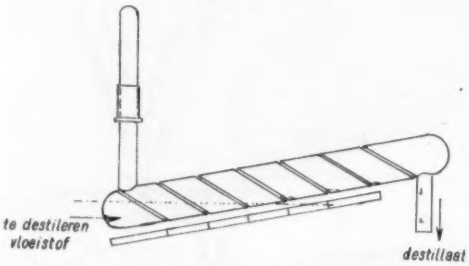


Fig. 14. Buis, waarvan de onderzijde verwarmd en de bovenzijde gekoeld wordt. (Am. O.S. 2. 406. 421).

buis, die afwisselend warme en koude zônes heeft. Er ontstaat een herhaalde partiële condensatie en een herhaalde partiële verdamping. Deze destillatie is echter niet zuiver moleculair meer, maar ligt in het overgangsgebied tussen de moleculaire en de gewone vacuumdestillatie, evenals de werkwijze, afkomstig van BOWMAN [3], die in een verticale verwarmde buis een gekoelde cylinder zeer snel laat roteren. Deze slingert het condensaat op het verwarmde oppervlak terug van waar uit een hernieuwde destillatie plaats heeft. De beide laatstgenoemde apparaten hebben een hoog schotelgetal (resp. 15 en 40) en werken bij drukken van respectievelijk 176 en 240μ Hg [32].

Om de fractionnerende werking van moleculaire destillatieapparatuur na te gaan, werden door PERRY en FUGUITT [43] mengsels aanbevolen van di-2-aethylhexylphtalaat met di-2-aethylhexylsebacaat en van di-n.octylphtalaat met di-2-aethylhexylsebacaat. WILLIAMS [52] stelde hiervoor voor mengsels van di-n. butylphtalaat met di-n.butylazelaat.

Toepassingen

De toepassing van de moleculaire destillatie ligt voornamelijk op het gebied van de meer of minder temperatuurgevoelige organische stoffen, echter niet uitsluitend, daar ook metalen, zoals Mg, Li, Na, Ca en Hg door destillatie in hoogvacuum afgescheiden en gezuiverd kunnen worden. Naast de afscheiding van het zuivere metaal wordt ook de reactie, waarbij het metaal wordt gevormd, aflopend gemaakt, zodat deze bij een lagere temperatuur gebeuren kan. Bovendien heeft deze werkwijze het voordeel, dat zeer zuivere metalen verkregen worden, daar ook sporen van oxydatie uitgesloten zijn.

MORSE [42] geeft in een overzicht de volgende voorbeelden:

Magnesium: Dolomiet en ferrosilicium worden tezamen in een retort bij 100 μHg op 1175°C verhit:

$$2\,(MgO, CaO) + 1/6\,Fe\,Si_6 \xrightarrow[100\mu\,Hg]{1175^\circ\,C} 2\,Mg\nearrow + 1/6\,Fe + 2\,CaO\,SiO_2$$

Aldus wordt vergeleken met het werken bij atmosferische druk een reductie in temperatuur van 500° verkregen.

$$Lithium: 4\,LiOH + 6\,CaO + 1/3\,FeSi_6 \xrightarrow[5\mu\,Hg]{1000\,^\circ C} 4\,Li\nearrow + 1/3\,Fe + 2\,(3\,CaO, SiO_2) + 2\,H_2\nearrow$$

$$Natrium: 2\,NaCl + CaC_2 \xrightarrow[10\mu\,Hg]{800\,^\circ C} 2\,Na\nearrow + CaCl_2 + 2\,C$$

$$Calcium: 6\,CaO + 2\,Al \xrightarrow[10\mu\,Hg]{1100\,^\circ C} 3\,Ca\nearrow + 3\,CaO, Al_2O_3$$

De destillatie van kwik voor de scheiding van isotopen was een der eerste toepassingen van de moleculaire destillatie.

BRØNSTED en HEVESEY [7] kregen hierbij een concentratieverandering van de in kwik aanwezige isotopen. De verhouding van de concentratie van de isotopen in de damp is, als de verhouding in de vloeistof x is, $x\sqrt{\frac{a_2}{a_1}}$ (a_2 = atoomgewicht zware isotoop, a_1 = atoomgewicht lichte isotoop).

In de laatste jaren zijn door MADORSKY en zijn medewerkers [5, 41] publicaties gedaan over het concentreren van kwikisotopen in apparaten met een groot scheidend vermogen. Een dezer apparaten werd hierboven reeds beschreven (fig. 12); het door MADORSKY, BRADT en STRAUS [41] gepubliceerde apparaat is een andere vorm hiervan. Op organisch gebied is een zeer groot aantal stoffen moleculair gedestilleerd. Welke vlucht deze nog slechts 25 jaar oude werkwijze genomen heeft, moge blijken uit een in *Oil and Soap* van de hand van DETWILER, MARKLEY en TODD verschenen bibliografie, die de literatuur tot 31 December 1942 omvat en 423 artikelen en octrooien opgeeft [12, 13, 47].

Het belangrijkste is geweest, de destillatie van vitamine A uit vette oliën. Deze destillatie geschiedt in Amerika door Destillation Products Inc. en in Engeland door Brittish Drug Houses op commerciële schaal. Het verschil tussen de kookpunten van de vitamine A esters en de vette olie is ongeveer 70 °C. Door dit grote verschil in kookpunt wor-

den ook in apparaten die met een enkele trap werken, aan zienlijke concentratieveranderingen van de esters verkregen.

Levertraan met 0,08% vitamine A geeft bij destillatie de volgende fracties [37]:

Fractie	% destillaat	% vitamine in destillaat	verhouding: % vitamine in dest / % vitamine in olie	rendement (in %)
1	0,71	3,0	37,5	27
2	1,2	2,6	32,5	39
3	2,4	0,68	8,5	20
4	2,3	0,27	3,4	8
residu	—	0,005	—	—

Behalve vitaminen kunnen ook oxydantia uit vette oliën afgescheiden worden door moleculaire destillatie. Deze komen in de eerste fracties terecht en kunnen aan drogende oliën toegevoegd worden, om een snellere droging te bevorderen.

Een andere wijze om de drogende eigenschappen van drogende oliën te bevorderen werd beschreven door WATERMAN en OOSTERHOFF [48]. Door moleculaire destillatie is het mogelijk, uit standolie het niet gepolymeriseerde gedeelte te verwijderen als een destillaatfractie. Deze fractie heeft een relatief laag joodgetal, n.l. 122. Als residu blijft een standolie van een zeer goede qualiteit over.

De splitsing van een halfdrogende olie in een drogende en een nietdrogende is door destillatie zonder meer niet mogelijk. Stearinezuur, linolzuur en linoleenzuur hebben wel verschillende vluchtigheden en de laatste fracties van een gedestilleerd triglyceridemengsel hebben wel een hoger joodgetal dan de eerste, maar groot zijn de verschillen niet, daar het verschil in vluchtigheden klein is en we bovendien te maken hebben met gemengde triglyceriden.

De raffinage van ruwe vette oliën kan met meer succes door moleculaire destillatie geschieden. Van de olie behoeft slechts een geringe hoeveelheid, b.v. 1% afgedestilleerd te worden. Deze fractie bevat dan de vrije vetzuren, de reuk en de smaakstoffen [19], terwijl de olie zelf als een reukeloos en een smakeloos residu achterblijft. Deze desodorisering wordt voorafgegaan door een behandeling met 0,1% *NaOH* of 0,1% H_2SO_4 om slijmstoffen, die bij de destillatie moeilijkheden geven, o.a. door te ontleden op het warme oppervlak, te verwijderen.

HICKMAN [31] geeft onder meer het energieverbruik bij een desodorisering. Dit is in een centrifugaal werkend apparaat met een verwarmend oppervlak van 4 m^2 bij een doorvoer van 700 kg per uur, waarvan 1% afgedestilleerd wordt: 0,17 kWh, 1,1 lb. stoom, 1,7 gal. water per kg verwerkte olie.

In een overzicht van HICKMAN en MEES [34] wordt er de nadruk op gelegd, dat moleculaire destillatie, in tegenspraak met de gangbare opvatting niet abnormaal duur is. De totale kosten, met inbegrip van arbeid, afschrijving etc. zijn van de orde van 1 $ cent per pound van de te destilleren vloeistof bij een enkele passage door de destillatieapparatuur.

Bij de analyse van hoogmoleculaire mengsels kan de moleculaire destillatie een belangrijk hulpmiddel zijn, daar we hierdoor in staat zijn, om deze mengsels op een eenvoudige wijze in fracties op te splitsen om deze verder te onderzoeken.

WATERMAN, OVER en TULLENERS [49] splitsten isobuteenpolymeren, die verkregen waren bij -35 tot -40 °C met $AlCl_3$, door moleculaire destillatie in fracties.

FAWCETT [17] destilleerde gedeeltelijk gepolymeriseerde methylesters van linol- en linoleenzuur en verkreeg mono-

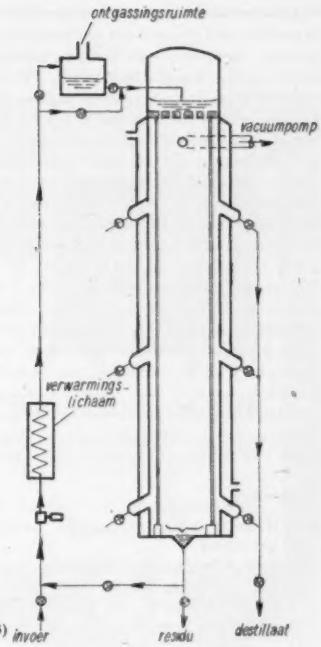


Fig. 15.
(Am. O.S. 2.447.746)

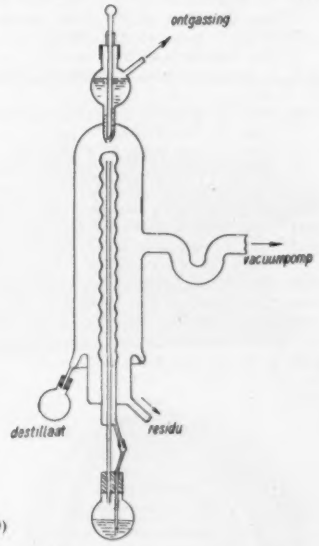


Fig. 16.
(Am. O.S. 1.925.559)

mere, dimere en trimere fracties, evenals BRADLEY en JOHNSTON [4].

BOOY en WATERMAN [1] beschreven een methode om op snelle wijze in kleine hoeveelheden van een monster de polymerisatiegraad te bepalen en pasten deze methode toe bij een onderzoek over de polymerisatie van de methylesters van oliezuur, linolzuur en linoleenzuur.

HICKMAN en zijn medewerkers [27, 15] ontwikkelden een destillatiemethode om kleine hoeveelheden biologisch ac-

tief materiaal te onderzoeken. Hierbij voegen zij de te onderzoeken stof toe aan een neutraal mengsel, dat onder rigoureus constante, van tevoren vastgestelde omstandigheden, in fracties gesplitst wordt. Uit het verloop van de concentraties in de achtereenvolgens opgevangen fracties kunnen belangrijke conclusies getrokken worden. Aangetoond werd b.v., dat bij ratten vitamine A steeds, ongeacht de vorm, waarin dit vitamine toegediend wordt, in de lever wordt opgeslagen als palmitine- en stearine-esters met kleine hoeveelheden vrije vitamine A en een C_{22}-ester. Wordt tegelijkertijd met vitamine E gevoederd, dan wordt de totale hoeveelheid in de lever opgeslagen vitamine A, vrij en gebonden, vergroot en wordt tevens de C_{22}-fractie groter.

Gaarne dank ik de heren prof. dr ir H. I. Waterman, dr ir A. Klinkenberg en drs W. G. Aldershoff voor hun critische doorlezing van het manuscript.

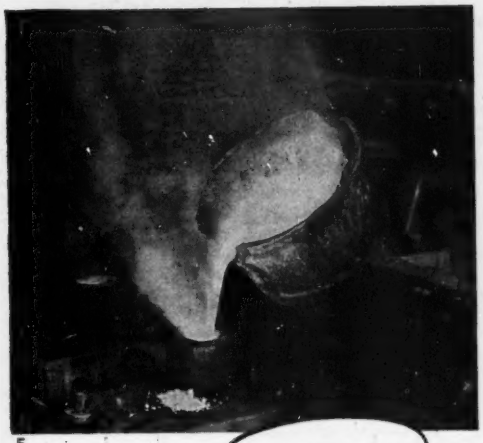
Dr ir S. L. Langedijk zeg ik dank voor zijn belangstelling en hulp bij het verkrijgen van verschillende literatuurartikelen.

Voorts moge ik nog vermelden de gewaardeerde medewerking, die ik ondervond van de Octrooischriftenbibliotheek van de Koninklijke Shell te 's-Gravenhage.

Literatuur

[1] H. Booy en H. I. Waterman, *Analytica Chimica Acta* **3**, 440 (1949)
[2] J. R. Bowman, Br.O.S. 618949.
[3] J. R. Bowman, *The Cambridge High Vacuum Symposium*, Oct. 1947, geciteerd in *Chem. and Ind.* Oct. 1948, S 18
[4] T. F. Bradley en W. B. J. Johnston, *Ind. Eng. Chem.* **33**, 86 (1941).
[5] A. K. Brewer en S. L. Madorsky, *J. Research Natl. Bur. Standards*, **38**, 129 (1947); Am.O.S., 2.446.997.
[6] A. K. Brewer en S. L. Madorsky, *J. Research Natl. Bur. Standards*, **41**, 205 (1948).
[7] J. N. Brønsted en G. Hevesey, *Phil. Mag. J. Sci.* **43**, 31 (1922).
[8] R. M. Buhler, K. C. D. Hickman en S. S. Perry, *Anal Chem.* **21**, 638 (1949)
[9] C. R. Burch en F. E. Bancroft, Am.O.S. 1.955.821.
[10] W. H. Carothers, J. W. Hill, J. E. Kirby, R. A. Jacobson, *J. Am. Chem. Soc.* **52**, 5279 (1930).
[11] Chem. Engineers Handbook 3rd Ed. 1950 p. 156.
[12] S. B. Detwiler, *Oil and Soap* **17**, 241 (1940).
[13] S. B. Detwiler en K. S. Markley, *Oil and Soap* **16**, 2 (1939).
[14] Dist. Products Inc., Br.O.S. 595.096.
[15] N. D. Embree, *Ind. Eng. Chem.* **29**, 975 (1937).
[16] E. W. Fawcett, *J. Soc. Chem. Ind.*, Feb. 1939.
[17] E. W. Fawcett, *Koll. Z.* **86**, 43 (1939).
[18] E. W. Fawcett, Br.O.S. 516.476.
[19] E. W. Fawcett, Am.O.S. 2.047.196.
[20] E. W. Fawcett en G. Burrows, Br.O.S. 480.265.
[21] E. W. Fawcett en J. L. Mc Cowen, Am.O.S. 2.073.202.
[22] R. G. J. Fraser, Am.O.S. 2.128.223.
[23] K. C. D. Hickman, Am.O.S. 2.136.774.
[24] K. C. D. Hickman, Am.O.S. 2.150.683.
[25] K. C. D. Hickman, Am.O.S. 2.199.994.
[26] K. C. D. Hickman, Br.O.S. 524.390.
[27] K. C. D. Hickman, *Chem. Rev.* **34**, 63, 87 (1944).
[28] K. C. D. Hickman, *Chem. Rev.* **34**, 78 (1944).
[29] K. C. D. Hickman, *Am. Scientist* **33**, 213 (1945).
[30] K. C. D. Hickman, *Ind. Eng. Chem.* **39**, 686 (1947).
[31] K. C. D. Hickman, *Ind. Eng. Chem.* **39**, 693 (1947); Am.O.S. 2.234.166.
[32] K. C. D. Hickman, *Ind. Eng. Chem.* **40**, 16, 136 (1948).
[33] K. C. D. Hickman, J. C. Hecker, N. D. Embree, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* **9**, 264 (1937).
[34] K. C. D. Hickman en G. C. Mees, *Ind. Eng. Chem.* **38**, 28 (1946).
[35] K. C. D. Hickman en C. R. Sanford, *J. Phys. Chem.* **34**, 640 (1930).
[36] J. W. Hill, *Science* **76**, 218 (1932).
[37] W. Jewell, T. H. Mead en J. W. Phipps *J. Soc. Chem. Ind.* **58**, 57 (1939).
[38] R. Jaeckel en G. W. Oetjen, *Chemie Ingenieur Technik*, **21**, 169 (1949).
[39] I. Langmuir, *Phys. Rev.* **8**, 149 (1916).
[40] S. L. Madorsky, J. *Research Natl. Bur. Standards* **44**, 135 (1950).
[41] S. L. Madorsky, P. Bradt, S. Straus, *J. Research Natl. Bur. Standards* **41**, 205 (1948).
[42] R. S. Morse, *Ind. Eng. Chem.* **39**, 1068 (1947).
[43] E. S. Perry en R. E. Fuguitt, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* **39**, 782 (1947).
[44] F. W. Quackenbusch en H. Steenbock, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* **15**, 468 (1943).
[45] R. M. Schaffner, J. R. Bowman, J. Coul, *Trans. Am. Inst. Chem. Eng.* **39**, 77 (1943).
[46] L. Semon TheGoodrich Cy, Br.O.S. 617.613.
[47] S. S. Todd, *Oil and Soap* **20**, 205 (1943).
[48] H. I. Waterman en D. Oosterhoff, *Rec. Trav. Chim.* **52**, 895 (1933).
[49] H. I. Waterman, J. Over en A. J. Tulleners, *Rec. Trav. Chim.* **53**, 699 (1934).
[50] H. I. Waterman en C. van Vlodrop, *Rev. Chim. Ind.* **49**, 329 (1939) Br.O.S. 452.442.
[51] H. I. Waterman en C. van Vlodrop, *La Distillation Moleculaire, Gauthiers-Villars*, Paris 1940.
H. I. Waterman en C. van Vlodrop, *La Distillation Moleculaire*, Gauthiers-Villars, Paris 1940.
[52] F. E. Williams, *Ind. Eng. Chem.* **39**, 779 (1947).
[53] H. J. Wollner, Am.O.S. 2.406.421.
[54] H. J. Wollner, J. R. Matchett en J. Levine, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* **16**, 529 (1944).

Inhoud CHEMISCHE TECHNIEK 9: De mengsnelheid van vloeistoffen in een met een propeller geroerd vat, door prof. ir H. Kramers en ir W. H. Knoll. Moleculaire Destillatie, door ir H. Booy.



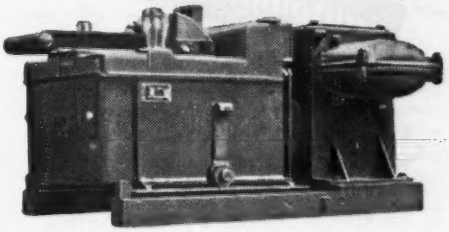
Beeldum

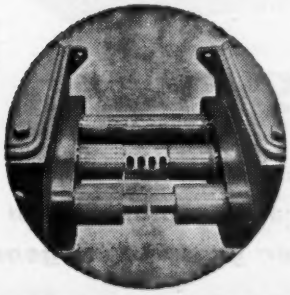
Aluminium-,
Brons- en
Kopergietwerk

L. SMIT & ZOON

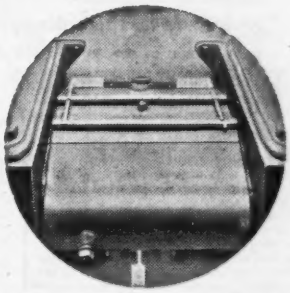
KINDERDUK

Uitbreiding
uitermate
eenvoudig



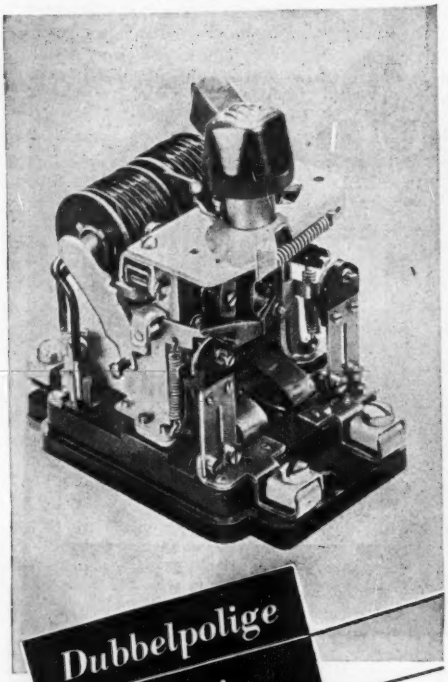


Een batterij van schakelpanelen type HF kan op eenvoudige wijze worden uitgebreid omdat de uiteinden van het railsysteem daartoe reeds zijn ingericht.
Na het verwijderen van de eindkap (1) wordt de verbinding met een nieuw paneel tot stand gebracht door de rail-uiteinden met klembussen te koppelen, deze te isoleren (2) en rondom de koppeling een plaatijzeren tussenkast (3) aan te brengen welke met massa wordt volgegoten.



HAZEMEYER

BESCHERMD SCHAKELMATERIAAL
VOOR HOOGSPANNING



Dubbelpolige installatie automaat

voor toepassing in installaties waarbij dubbelpolige beveiliging is voorgeschreven ter verhoging van de veiligheid tegen gevaarlijke aanrakingsspanningen op de nulleider en tegen brandgevaar. Smeltveiligheden zijn in die gevallen niet te gebruiken daar deze geen gelijktijdige onderbreking van beide polen waarborgen. Even goed en belangrijk goedkoper dan buitenlands fabrikaat!

Baudoin

even goed en belangrijk goedkoper dan buitenlands fabrikaat!

N.V. ELECTRISCHE APPARATENFABRIEK

v/h Van Wijk & Visser

GELDERMALSEN TEL. K 3455 - 344

MAAG
ZURICH

★

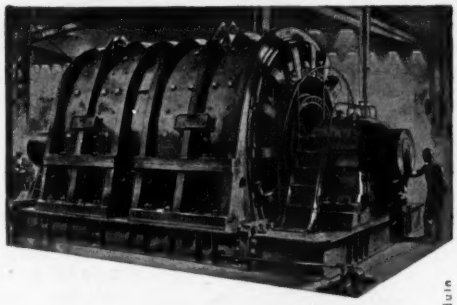
Tandrad steek- en slijpmachines
Tandrad contrôle-apparaten
Tandradoverbrengingen
Tandradpompen voor elke vloeistof

★

Vertegenwoordiger:

INGENIEURSBUREAU ir P. J. PLAISIER

NASSAU ZUILENSTEINSTRAAT 13/15 — DEN HAAG
TELEFOON 776794/5/6



Baudoin

G.E.C.

gelijkstroom- en draaistroommotoren voor grote vermogens

THE GENERAL ELECTRIC CO LTD OF ENGLAND

Ingenieurs Bureau Ir B. P. VEREL

PARKWEG 18 — DEN HAAG — TELEFOON 554486

Edoux Samain

Parijs

Een wereldstad, een wereldfirma met een enorme ervaring op liftechnisch gebied. Constructies, waarvan wij nog slechts kunnen dromen, welke wij nog zien als liggende in de verre toekomst.

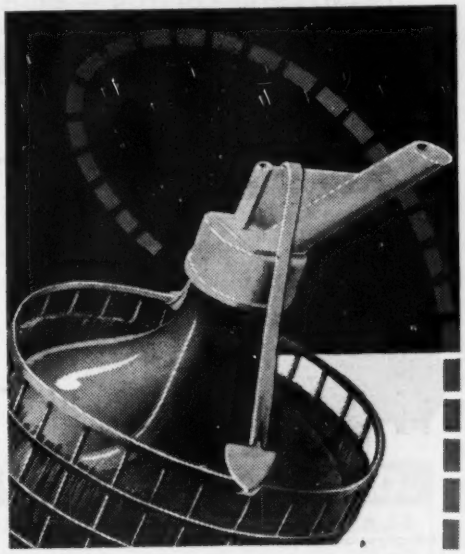
Edoux-Samainliften; zij zijn te vergelijken met een Robot. Een volautomatische installatie, waarmede alle commando's worden geregistreerd en in de meest economische volgorde tot uitvoering worden gebracht.
Volautomatisch ook voor meerdere liften gecombineerd.

De electrische apparatuur is een wonder van technick. Zij functionneert geruisloos, evenals trouwens de gehele installatie, waarvoor de naam „Lift" allerminst tot uitdrukking brengt de elegante wijze, waarop met deze installatie een verticale verplaatsing mogelijk wordt.

Aansluiting op het draaistroomnet, doch de voeding gelijkgericht met lage spanning. De moderne lift ook thans in ons land!

GENERAALVERTEGENWOORDIGING VOOR NEDERLAND:

MEENT 94 · TEL. 29600 · ROTTERDAM



Onbreekbare Polytheen schenktuit voor mandflessen, aanvaard en goedgekeurd door de Arbeidsinspectie

Polytheen-apparatuur is chemisch bestendig, onbreekbaar en onmisbaar voor het veilig hanteren van corrosieve vloeistoffen.

Ook zijn leverbaar andere Polytheen-artikelen als: schenktuiten voor vaten; hevels; slagpompen; transportemmers; emmers voor rokende zuren; kannen en litermaten; kranen en afsluiters; complete leidingen; bekleding van reservoirs en apparaten met Polytheenplaat of door middel van het VREDESTEIN Vlamspuit-procédé.

Excl. agent voor Polytheen-producten:

Ir. J. D. Banting
Kloveniersburgwal 45
A'dam-C. - Tel. 44392

VREDESTEIN
TECHNISCHE RUBBERPRODUCTEN
Loosduinen

Vredestein Loosduinen fabriceert voorts rubbertransportbanden, hittebestendige transportbanden, rubberslangen voor allerlei doeleinden, vloeren en traptreden, rubberbekledingen voor drukkerij-rollen, rubber wals- en wielbekleding, trilling-buffers, rubberlaarzen en schoenen, rubber sport-artikelen, bekleding van tanks, pijpleidingen etc. met rubber of ebaniet tegen corrosie en slijtage, hittebestendige rubber-artikelen (siliconrubber), ebaniet en rubber vorm-artikelen, P.V.C.

GEBROEDERS PRAKKE N.V.

te EIBERGEN
TEL. 370
(K 5454)

Fabrikanten van:

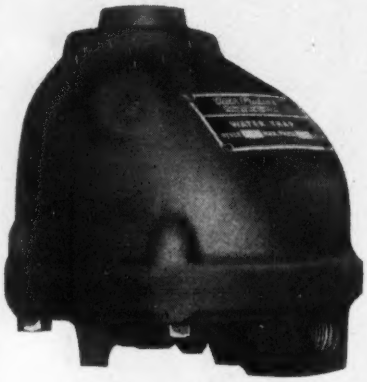
alle soorten
- lederen drijfriemen
- lederen pakkingen
- naai- en bindriemen
- massief rond lederen snaar

vervaardigd van prima leder uit eigen looierijen.

„Prefereer Prakke's Producten"

VICTOR PRODUCTS LIMITED

WALLSEND—ON—TYNE — ENGELAND



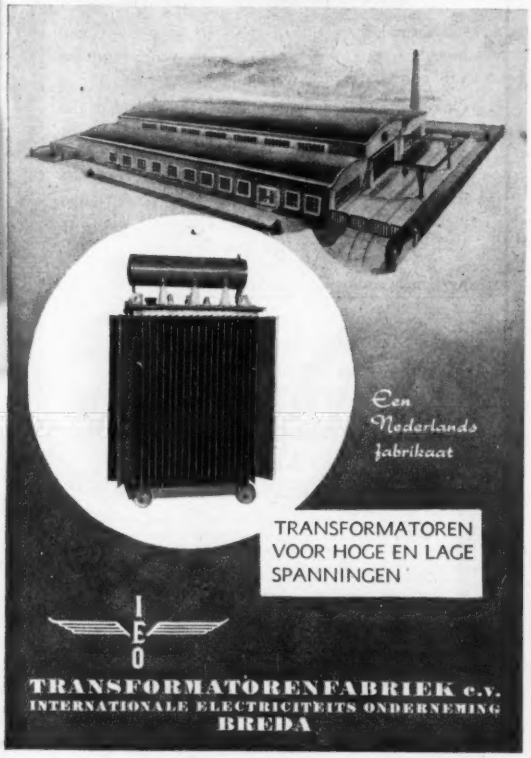
droger voor persluchi →

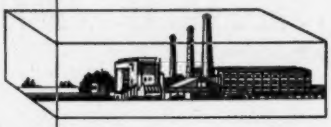
met

← wateraftap

Vertegenwoordigers:

N.V. Ingenieursbureau v/h J. M. C. van Borselen & Co,
Lange Poten 15 A — 's-Gravenhage — Telefoon: 114308





vuurvast

Silica-Sillimaniet
Hoogvuurvaste Chamotte

Langere levensduur door zorgvuldige selectie van grondstoffen, voortdurende research, veelzijdige en gedegen ervaring.

CHAMOTTE UNIE
Geldermalsen

METALEN
TRANSPORTBANDEN

voor:
transport
sorteren
drogen
koelen
bakken
gloeien enz.

40 JAAR

N.V. METAALGAAS „TWENTE"
HENGELO (O.) – TELEFOON 3232

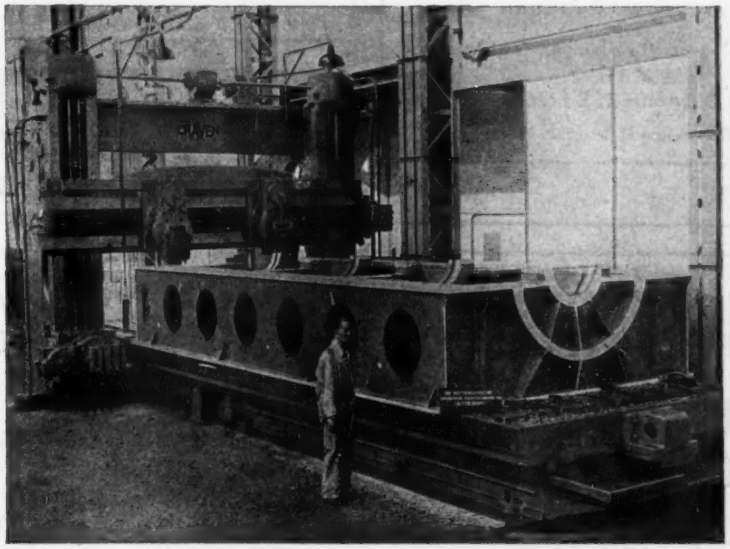
MIAC
TRANSPORTWERKTUIGEN

Vorkheftrucks
Plateauhefwagens
Platformwagens
Tractoren

★

Geveke & Co.
AMSTERDAM - SURABAJA
ROTTERDAM - NEW YORK - DJAKARTA - MEDAN

DE ROTTERDAMSCHE DROOGDOK MAATSCHAPPIJ N.V.



„Het schaven van een Dieselmotor-fundatie"

BETON

MAAR... dan van N.V. SCHOKINDUSTRIE – ZWIJNDRECHT!

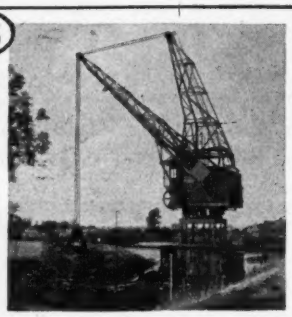
HEIPALEN - DAMWANDEN - KEERWANDEN - OPLANGERS - SCHOEIINGMATERIAAL

KWIKBILT-LOODSEN

GESCHOKT VOLGENS NED. OCTR. No's 36029 EN 45140 — TEL. K 1850 - 6138 EN 6248
(Na 18 uur: 6258 EN 3912)

GBS

VOOR



KRANEN - LIFTEN - LIEREN
TRANSPORTINRICHTINGEN
MOTORREDUCTOREN
TANDWIELKASTEN
STAALBOUW - BRUGGEN

N.V. Transportwerktuigen- en Machinefabriek
v/h G. B. SANDERS & ZOON
ENSCHEDE Postbus 87. Tel. 05420-7845

Fa. C. BLEIJENBERG - EDE - TEL. 8742

Impregnering met
MAGNESIUM SILICO FLUORIDE
van de E.N.C.K. te Vlaardingen
de duurzaamste bescherming van **betonrioolbuizen, betonpalen** e.d. tegen invretingen van rioolgassen, grondzuren, afvalwater e.d.
Bestrijking met bitumenverf is dan overdaad.
Ruim 60-jarige internationale reputatie.

LEDEREN WERKHANDSCHOENEN
in diverse uitvoering
LEDEREN SCHORTEN,
LEDEREN RINGETJES,
in diverse grootte,
het voordeligst bij:
Lederwarenfabr. PELA
BREDA
Speelhuislaan 94 - Telefoon 9310

IJSSELMONDE
KEMPER
BETON BOUWT BETER!

HWR

HÜTTENWERK RHEINHAUSEN A. G.

HWR

STALEN DAMWAND
STALEN HEIPALEN

Systeem KRUPP

Verkoop:
WESTEISEN m. b. H. Export, DÜSSELDORF

Vertegenwoordiger voor Nederland:
A. D. RIEDIJK · ROTTERDAM
ROCHUSSENSTRAAT 365a · TELEFOON 37526

BETON

MAANDBLAD, GEWIJD AAN WETENSCHAP EN PRACTIJK VAN HET GEWAPEND BETON • ORGAAN VAN DE BETONVEREENIGING

BIJDRAGEN EN BRIEVEN BESTEMD VOOR BETON, TE ZENDEN AAN Ir A. H. SWEYS DE CONSTANT REBECQUESTRAAT 96, 's-GRAVENHAGE.

624.012.4:539.4.011.25

De breukzekerheid in doorsneden van gewapend-beton en van gespannen beton

door ir W. C. COEPIJN
Hoofd-Ingenieur Gemeente-Werken Rotterdam

Summary: *Security against failure in cross-sections of reinforced and prestressed concrete.*

Calculations are developed which prove that there is hardly any difference between the two materials as to the value of V, neither with regard to rectangular nor with regard to I- and T-shaped sections.

Conclusions:

1. The influence of the ultimate strength of the concrete on the value of v is more pronounced for a beam with rectangular cross-section, designed in prestressed concrete than the like in reinforced concrete.

This influence mounts to about 45% of the increase in strength.

2. Rectangular cross-sections in prestressed and reinforced concrete, designed with the same concrete-quality, will obtain equal values of v.

3. The shape of the cross-section of beams in prestressed concrete only shows a very small influence on the value of v; in comparison with a rectangular cross-section the I- and T-shaped sections represent an increase of about 17, respectively 20%.

1. Bij de in 1950 tot stand gekomen herziening der G.B.V., is de verhouding tussen het breukmoment van een gew. betondoorsnede en het toelaatbare moment daarin, teruggebracht van 3 op 2½.

Deze verhouding wordt in het hiernavolgende als breukzekerheid aangeduid. Behalve uit de resultaten van proefbelastingen kan ze ook door berekening worden benaderd.

Voor de berekening van het *toelaatbare* moment gelden de aannamen van HOOKE en BERNOUILLI als grondslagen:

1e: HOOKE: constante evenredigheid tussen spanning en vormverandering $t/\epsilon = E$, zowel voor staal als beton ($E_s/E_b = n$).

2e: BERNOUILLI: spec. lengteverandering der langsvezels recht evenredig met de afstand tot de neutrale lijn.

Uit deze beide aannamen volgt het rechtlijnige spanningsdiagram, dat aan betonberekeningen in de praktijk ten grondslag ligt.

Voor de berekening van het *breukmoment* is de eerste van bovengenoemde aannamen niet meer bruikbaar. In de plaats daarvan dient men zo nauwkeurig mogelijk rekening te houden met de veranderlijke materiaaleigenschappen, zoals deze vooral in het rek-spanningsdiagram voor staal en beton tot uitdrukking komen.

De aanname dat een normaaldoorsnede vlak blijft tijdens de buiging werd herhaaldelijk door metingen aan proefbalken, zelfs tot dicht nabij het breukstadium, bevestigd. Deze aanname bleef dan ook voor de berekening van het breukmoment tot op heden in de literatuur behouden.

2. *Het toelaatbare moment in een gew. betondoorsnede.*

In de navolgende beeijferingen wordt de verhouding der toelaatbare spanningen $\bar{t}_s$ en $\bar{t}_b$ aangeduid met $\bar{\beta}$ en de hoeveelheid wapening f uitgedrukt door $f = \mu\, bh'$.

2.1. Voor een rechthoekige doorsnede en $E_s/E_b = 15$ vindt men volgens fig. 1:

$$x = h' \frac{15}{15 + \bar{\beta}} \quad . \; . \; . \; (1) \qquad z = h' \frac{10 + \bar{\beta}}{15 + \bar{\beta}} \quad . \; . \; . \; . \; (2)$$

$$D = bh' \,.\, \bar{t}_b \,.\, \frac{15}{2\,(15 + \bar{\beta})} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

$$\mu = \frac{T}{bh' \,.\, \bar{t}_s} = \frac{D}{bh' \,.\, \bar{t}_s} = \frac{15}{2\,\bar{\beta}(15 + \bar{\beta})} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

Het toelaatbare moment $\bar{M} = D \,.\, z$

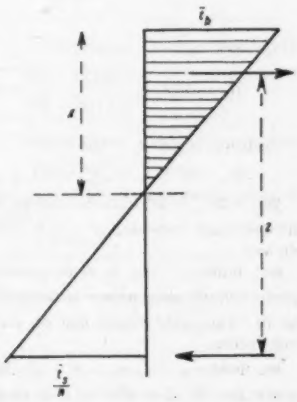
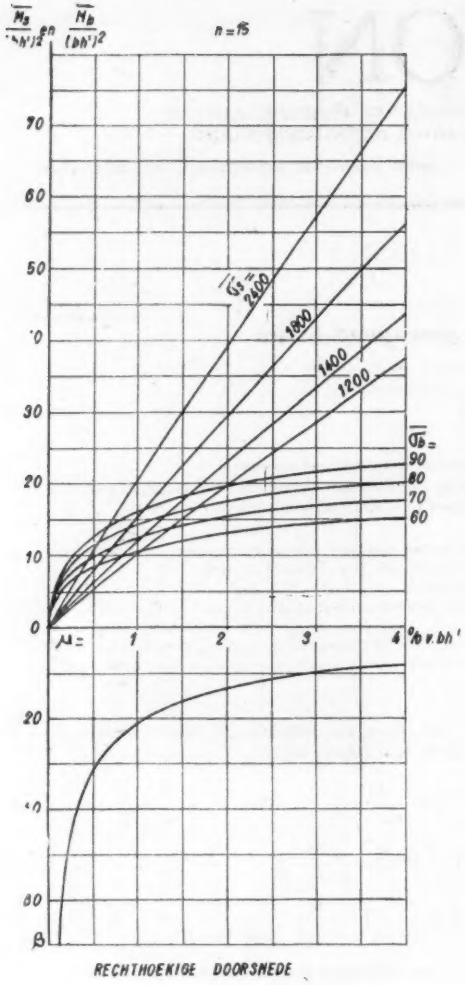
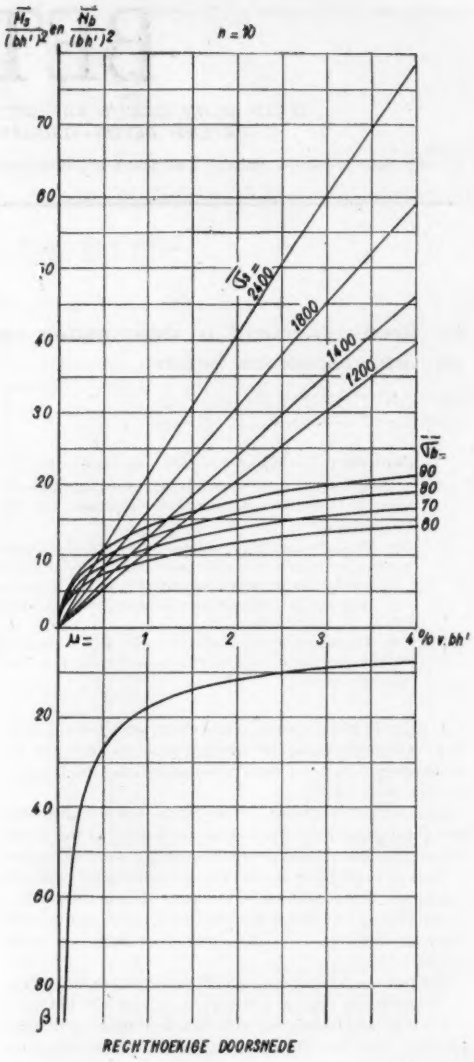


Fig. 1.



Grafiek I.



Grafiek II.

Uitgedrukt in $\bar{\beta}$ en $\bar{t}_b$ wordt dit

$$\bar{M}_b = bh'^2 . \bar{t}_b . \frac{15\,(10 + \bar{\beta})}{2\,(15 + \bar{\beta})^2} = bh' . \bar{t}_b . e_{b1} \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Uitgedrukt in $\bar{\beta}$ en t_s wordt dit

$$\bar{M}_s = bh'^2 . t_s . e_{b1}/\bar{\beta} = bh'^2 . \bar{t}_s . e_{s1} . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$\bar{M}_b = \bar{M}_s = \bar{M}$, indien μ volgens (4) aanwezig is. Indien de aanwezige wapening $\mu' = \mu$ is, zijn $\bar{M}_s$ en $\bar{M}_b$ ongelijk, en wel:

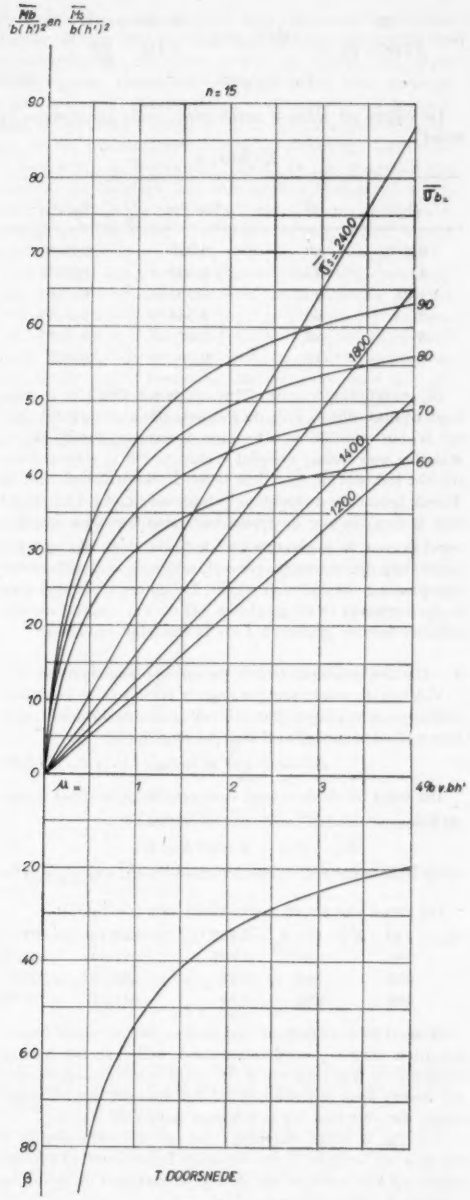
1e: indien $\mu' < \mu$ is, is de optredende verhouding β' groter dan de aangenomen toelaatbare verhouding $\bar{\beta}$; $\bar{M}_b'$ en $\bar{M}_s'$ zijn beide kleiner dan $\bar{M}$, doch $\bar{M}_s'$ is de kleinste van beiden.

2e: Indien $\mu' > \mu$ is, is $\beta' < \bar{\beta}$; $\bar{M}_b'$ en $\bar{M}s'$ zijn beide groter dan $\bar{M}$, doch $\bar{M}b'$ en is de kleinste van beiden.

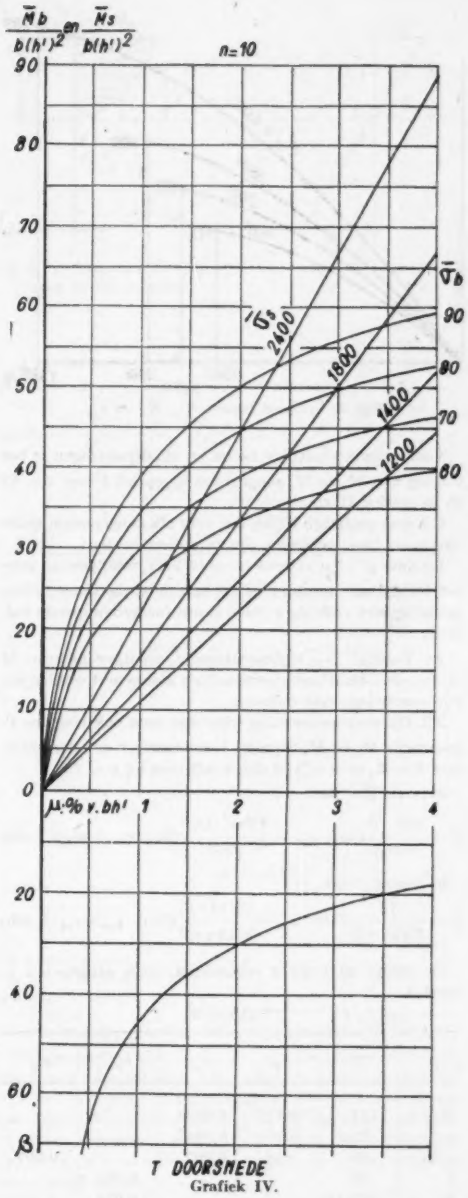
Uit de formules (1) t/m (6) berekent men de navolgende cijferwaarden voor $\bar{\beta}$, e_{b1} en e_{s1}:

TABEL 1.

μ	$\bar{\beta}$	e_{b1}	e_{s1}
0,5 %	31,95	0,142	0,0045
1	20,9	0,18	0,0086
2	13,27	0,218	0,0165
3	10	0,24	0,024
4	8,11	0,255	0,0314
∞	0	0	∞



Grafiek III.



Grafiek IV.

2.2. Bij de gebruikelijke toelaatbare betonspanningen van 60 à 90 kg/cm² is de werkelijke waarde van E_b over het algemeen hoger dan $E_s/15$; een aanname van $n = 10$ ligt dichter bij de waarheid. Voor dit geval ondergaan de uitdrukkingen (1) t/m (6) enige wijzigingen, n.l.:

$$\mu = \frac{5}{\bar{\beta}(10+\bar{\beta})}\ (4');\quad e_{b2} = \frac{5\,(20+3\bar{\beta})}{3\,(10+\bar{\beta})^2}\ (5');\quad e_{s2} = e_{b2}/\bar{\beta}\ (6').$$

De cijfers uit tabel 1 veranderen dienovereenkomstig, zoals aangegeven in tabel 2:

TABEL 2.

μ	$\bar{\beta}$	e_{b2}	e_{s2}
0,5	27	0,122	0,0045
1	18	0,157	0,0088
2	11,5	0,196	0,0172
3	8,8	0,222	0,0255
4	7,2	0,236	0,033

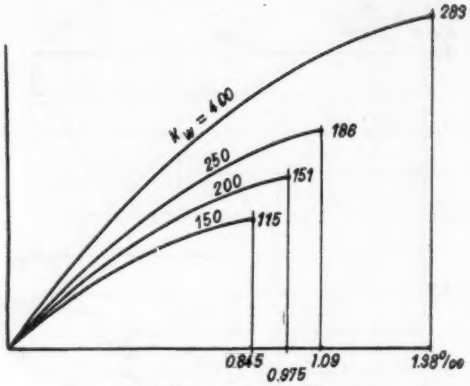


Fig. 2. Verband tussen K_w, K_b en ϵ_{br}.

Voor enige toelaatbare beton en staalspanningen is het verloop van $\overline{M}_b$ en $\overline{M}_s$ aangegeven in grafiek I voor $n = 15$ en in grafiek II voor $n = 10$.

Uit deze grafieken blijkt, dat voor elk aangenomen spanningspaar twee gebieden zijn te onderscheiden:

1e: voor $\mu' < \mu$ volgens (4) of (4') is $\bar{t}_s$ maatgevend voor het toelaatbare moment $\overline{M}$ en kan de toelaatbare betonspanning niet volledig worden benut (*onder*bewapende balken);

2e. Voor $\mu' > \mu$ is daarentegen $\bar{t}_b$ maatgevend voor $\overline{M}$ en kan de toelaatbare staalspanning niet geheel worden benut (*over*bewapende balken).

2.3. Op overeenkomstige wijze kan men ook voor een T-doorsnede $\overline{M}_b$ en $\overline{M}_s$ bepalen. Kiest men b.v. een doorsnede met $B = 5_b$ en $d = h'/5$ dan vindt men bij $n = 15$:

a) voor $\overline{\beta} < 60$:

$$\mu = \frac{135 - \overline{\beta}}{150\,\overline{\beta}}\ (4a);\quad e_{b3} = \frac{1830 - 13\overline{\beta}}{2250}\ (5a);\quad e_{s3} = e b_3/\overline{\beta}\ \ .(6a)$$

b) voor $\overline{\beta} > 60$:

$$\mu = \frac{75}{2\overline{\beta}(15+\overline{\beta})}\ (4b);\quad e_{b3}' = \frac{75(10+\overline{\beta})}{2\,(15+\overline{\beta})^2}\ (5b);\quad e_{s3}' = e_{b3}'/\overline{\beta}\ (6b)$$

De cijfers uit tabel 2 veranderen, zoals aangegeven in tabel 3.

TABEL 3

μ	$\overline{\beta}$	e_{b3}	e_{s3}	e_{b3}'	e_{s3}'
0,25%	115	0,277	0,0024		
0,5	79,5	0,375	0,0047		
0,83	60	0,46	0,007		0,007
1	54			0,501	
2	33,75			0,618	↓
3	24,5			0,672	
4	19,3			0,701	0,0363

2.4. Voor dezelfde T-doorsnede vindt men bij $n = 10$:

a) voor $\overline{\beta} < 40$:

$$\mu = \frac{90 - \overline{\beta}}{100\,\overline{\beta}}\ .\ .\ (4a');\qquad e_{b4} = \frac{1220 - 13\overline{\beta}}{1500}\ .\ .\ (5a')$$

$$e_{s4} = e_{b4}/\overline{\beta}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (6a')$$

b) voor $\overline{\beta} > 40$:

$$\mu = \frac{25}{\overline{\beta}\,(10+\overline{\beta})}\ .\ .\ (4b');\quad e_{b4} = \frac{25\,(20+3\overline{\beta})}{3\,(10+\overline{\beta})^2}\ .\ .\ (5_b')$$

$$e_{s4}' = e_{b4}'/\overline{\beta}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (6b')$$

De cijfers uit tabel 3 veranderen, zoals aangegeven in tabel 4.

TABEL 4

μ	$\overline{\beta}$	e_{b4}, e_{b4}'	e_{s4}, e_{s4}'
0,5 %	66	0,315	0,0048
1	45,5	0,428	0,0094
1,25	40	0,46	0,0116
2	30	0,554	0,0185
3	22,5	0,62	0,0275
4	18	0,66	0,037

Bij vergelijking van de cijfers uit de tabellen 1 en 3, resp. 2 en 4 blijkt, dat e_b voor de T-doorsnede aanmerkelijk groter is dan voor de rechthoekige doorsnede, terwijl de e_s-waarden zeer weinig verschil vertonen. Dit is verklaarbaar uit het feit, dat de meerdere beton in de drukzône van de T-balk tegenover de rechthoeksdoorsnede niet tot zijn recht kan komen, zolang de toelaatbare staalspanning maatgevend is voor $\overline{M}$ (onderbewapende balk), doch daarentegen een belangrijk voordeel oplevert, zodra de toelaatbare betonspanning maatgevend wordt. De cijfers van tabel 3 en 4 zijn verwerkt in de grafieken III en IV, waarbij de verschillen met de grafieken I en II duidelijk opvallen.

3. *Het breukmoment in een gewapend-betondoorsnede.*

Volgens de resultaten der door ir Rengers in 1933 verrichte proefnemingen kan de rek-spanningskromme voor beton worden voorgesteld door de vergelijking

$$t = a\epsilon - b\,\epsilon^2\ \ (\epsilon \text{ in } ^0/_{00})\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (7)$$

Dit volgt uit de door hem vastgestelde betrekking tussen de kolomvastheid K_b en de kubusvastheid K_W:

$$K_b = (0{,}8 - 0{,}0023\,K_W)\,K_W\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (8)$$

en de bijbehorende breuksamendrukking $\epsilon_{br} = \sqrt{K_W/210}$ (9)

Op grond van een en ander vindt men (zie fig. 2):

$K_W = 150$	$K_b = 115$	$\epsilon_{br} = 0{,}845\ ^0/_{00}$	$a = 226{,}44$	$b = 107{,}17$
200	151	0,975	257,54	105,56
250	186	1,09	283,55	103,95
400	283	1,38	341,78	99,06

Hoewel in de literatuur van jongere datum veelal hogere waarden voor ϵ_{br} worden genoemd, zullen in het hiernavolgende de gegevens van ir Rengers worden aangehouden en slechts voor een enkel geval het verschil worden nagegaan, dat ontstaat bij een hogere aanname voor ϵ_{br}.

Uit fig. 2 blijkt duidelijk, dat de E_b veranderlijk is en men ten hoogste bij een bepaalde betonkwaliteit bij elke spanning kan spreken van de bij die kwaliteit en spanning behorende *rek*modulus.

Reeds Strüssi is uitgegaan van de gedachte, dat zeker in het breukstadium rekening moet worden gehouden met een verloop van de betonspanningen in de drukzône (fig. 3), dat gelijkvormig is aan het rek-spanningsdiagram, terwijl door hem, Mörsch, Bjuggren, Walley e.a. het ϵ-diagram wordt gebezigd volgens fig. 4.

Uit (7) volgt, dat de factoren c_1 en c_2 uit fig. 3 resp. 0,61 en 0,65 bedragen.

3.1. De vorm van het rek-spanningsdiagram voor staal hangt af van de kwaliteit en de wijze van vervaardiging. In

het algemeen is aan dit diagram voor vrijwel alle bouwstaalsoorten tot aan de z.g. evenredigheidsgrens een gebied *O-a* te onderscheiden, waarover de wet van HOOKE vrij nauwkeurig opgaat. Daarboven verloopt de rek voor sommige staalsoorten over *a-b* geleidelijk sterker totdat bij de vloeigrens een gebied *b-c* wordt bereikt, waarover grote toename van de rek optreedt zonder noemenswaardige spanningsverhoging (fig. 5). Bij andere, vooral de z.g. hoogwaardige staalsoorten, ontbreekt het uitgesproken vloeigebied meestal doch verloopt de rek over *a-b* vanaf de evenredigheidsgrens geleidelijk sterker tot aan of zeer nabij de breukgrens (fig. 6).

3.2. Indien het gebezigde staal een duidelijk waarneembare vloeizône *b-c* bezit, kan men ter beschrijving van het breukstadium van de balk twee gevallen onderscheiden:

Geval A: De kolomvastheid K_b in de uiterste betonvezel wordt bereikt, terwijl t_s nog onder de evenredigheidsgrens valt, d.w.z. terwijl het staal zich nog volkomen elastisch gedraagt.

In dat geval is, in verband met het vereiste evenwicht in de doorsnede volgens fig. 3:

$$T = D \text{ of } \mu bh' \,.\, t_s = c_1 Kb \,.\, b \,.\, x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Aan deze voorwaarde kan in principe worden voldaan bij elk willekeurig gebogen verloop van de spanningen in de drukzône. De grootte van x kan men uit deze vergelijking dus niet bepalen. Daartoe is men aangewezen op het ϵ-diagram, fig. 4,

$$\epsilon_s = \epsilon_{br} \,.\, \frac{h' - x}{x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

De staalspanning tijdens de breuk van de balk is

$$E_s \epsilon_s = E_s \epsilon_{br} \frac{h' - x}{x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (12)$$

Uit (10) en (11) volgt: (met $\frac{E_s \epsilon_{br}}{K_b} = n$)

$$x = \frac{n\mu}{2c_1}\left[-1 + \sqrt{\frac{n\mu + 4c_1}{\mu}}\right] . \, h' = s \,.\, h' \quad . \; . \quad (13)$$

Bij rechtlijnig beloop van het spanningsdiagram gaat (13) over in de bekende vorm

$$x = n\,\mu\left[-1 + \sqrt{\frac{n\mu + 2}{n\mu}}\right] . \, h'$$

Het breukmoment voor geval A bedraagt:

$$M_b = D \,.\, z = c_1 K_b \,.\, bx\,[h' - (1 - c_2)\,x] =$$
$$= c_1 \,.\, K_b \,.\, bh'^2 \,.\, (s - 0{,}35\, s^2) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (14)$$

Geval A is gekenmerkt door het feit, dat de spanningsverdeling bij breuk wordt bepaald door het op dat moment optredende ϵ-diagram.

Geval B: Het vloeigebied *b-c* in de wapening wordt bereikt vóórdat de uiterste betonvezel tot K_b met ϵ_{br} belast is.

Vanaf de aanvang van het vloeien blijft de staalspanning constant $= t_{vl.}$, dus ook $T = \mu bh' . \, t_{vl.}$, dus ook $D = T$. Gedurende het vloeien zal ϵ_s sterk toenemen. Aanvankelijk zal, bij afnemende x ook ϵ_b en t_b toenemen. Zodra ϵ_{br} en K_b is bereikt, zal breuk in de beton optreden. Het staal heeft dan een rek ϵ_s bereikt, die ergens in het vloeigebied ligt. Op het ogenblik van breuk is

$$T = D \text{ of } \mu bh' \,.\, t_{vl.} = c_1 \,.\, K_b \,.\, b \,.\, x.$$

Op dat ogenblik is dus

$$x = \frac{\mu t_{vl.}}{c_1 K_b} \,.\, h' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10a)$$

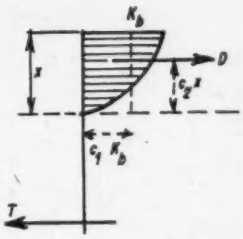


Fig. 3. Verloop van de spanningen in de drukzône.

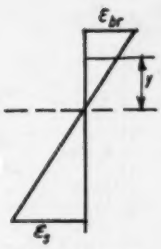


Fig. 4. ϵ-diagram.

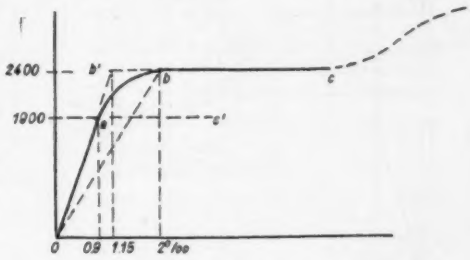


Fig. 5. Spanning-rek diagram van bouwstaal.

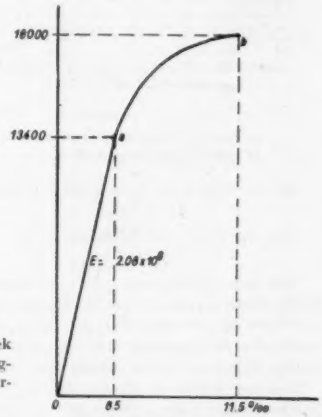


Fig. 6. Spanning-rek diagram van hoogwaardige staalsoorten.

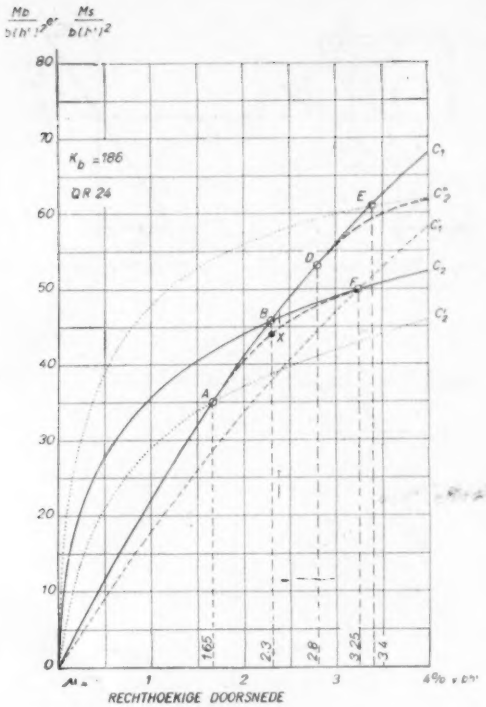
In tegenstelling met geval A wordt dus thans de grootte van x *niet* bepaald door het ϵ-diagram, doch uitsluitend door het evenwicht in de doorsnede. De tijdens de breuk optredende vloeimaat ϵ_s zal zich bij dit evenwicht aanpassen, d.w.z. het staal vloeit totdat de max. samendrukking van de beton is bereikt, zodanig dat x uit (11) en (13) aan elkaar gelijk zijn.

Het breukmoment voor geval B wordt:

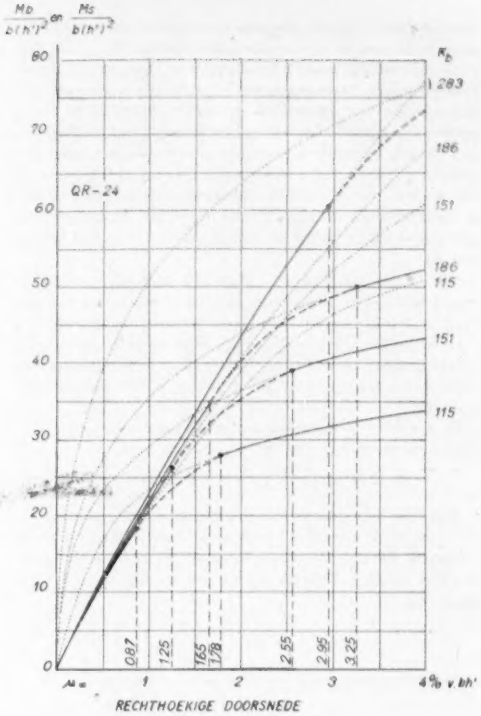
$$M_s = T \,.\, z = \mu bh' \, t_{vl.} \, [h' - (1 - c_2)\,x)] =$$
$$= \mu bh'^2 \,.\, t_{vl.} \left[1 - \frac{0{,}57\,\mu\, t_{vl.}}{Kb}\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (15)$$

In geval A wordt de breuk van de balk ingeleid uitsluitend door verbrijzeling van de beton, in geval B door vloeiing van het staal, vergezeld van de betonverbrijzeling.

Welke van de beide beschreven gevallen zich bij breuk zal voordoen, hangt uitsluitend af van de *hoeveelheid* wapening.



Grafiek V.



Grafiek VI.

$T = D$ geldt in beide gevallen.

Hieruit volgt: $\mu bh' \,.\, t_s = c_1\, Kb \,.\, b \,.\, x$ of $\mu = \dfrac{c_1\, K_b \,.\, x}{t_s \,.\, h'}$ (16)

of, met x uit (11): $\mu = \dfrac{\epsilon_{br}}{\epsilon_{br} + \epsilon_s} \,.\, \dfrac{c_1 K_b}{t_s}$ . . . . . (16a)

Vult men in (16a) voor ϵ_s en t_s de waarden in, behorende bij de punten a, resp. b, van het rekspanningsdiagram fig. 5 dan vindt men de wapening μ_{el}, resp. μ_{pl}, waarboven, resp. waaronder de wapening zich elastisch, resp. plastisch gedraagt tijdens de breuk van de balk.

Voor een wapening, kleiner dan μ_{pl} geldt (15) voor het breukmoment, voor μ groter dan μ_{el} geldt (14).

Uit (16a) vindt men de navolgende waarden voor μ_{el} en μ_{pl}

Staal	t_s	ϵs	*Beton* met K_b =				
QR24			115	151	186	283	
ev. grens	1900	0,9‰	1,78 %	2,55%	3,25%	5,5%	$=\mu_{el}$
vl. grens	2400	2	0,87	1,25	1,65	2,95	$=\mu_{pl}$
QR 54							
ev. grens	4000	2	0,52	0,765	0,99	1,75	$=\mu_{el}$
vl. grens	5400	3,5	0,26	0,37	0,5	0,91	$=\mu_{pl}$

Voor staal *QR* 24 en beton $K_b = 186$ is in grafiek V het beloop van M_b volgens (14) aangegeven met de lijn C_2 en het beloop van M_s volgens (15) met lijn C_1. De punten A en F corresponderen met μ_{pl} en μ_{el} voor deze materiaalcombinatie. Het breukmoment tussen A en F wordt bepaald door de verbindingskromme A-X-F, corresponderende met het gebied a-b uit fig. 5. Het lijngedeelte a-b uit deze figuur kan men voorstellen door de vergelijking $t' = 2100\,\epsilon' - 2577\,\epsilon'^2 + 983\,\epsilon'^3$. Tussen de grenzen a en b is dus $t_s = 1900 + t'$ en $\epsilon_s = 0{,}9 + \epsilon'$. Met inachtname hiervan vindt men voor de bepaling van s volgens (10) en (11): $-20348\,s^3 + 26710\,s^2 - 10000\,s + 1273 = 113\,s^4/\mu$ (13a) Voor $\mu = 1{,}65$ % wordt $s = 0{,}35$ en $M_b = 35\,bh'^2$, voor $\mu = 3{,}25$ % wordt dit 0,55 en $50bh'^2$ en voor $\mu = 2{,}3$ % $s = 0{,}45$ en $M = 44bh'^2$, hetgeen overeenstemt met de punten A, X en F van grafiek V.

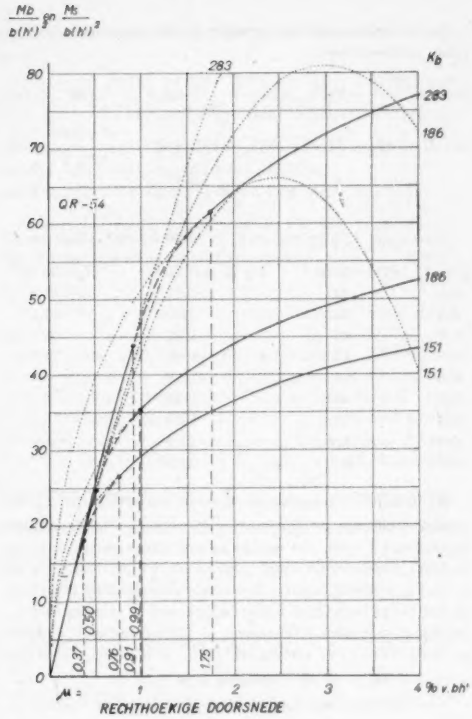
Had men een staalsoort beschouwd met de rekkromme O-a-b'-c, waarbij dus evenredigheidsgrens en vloeigrens zouden samenvallen op 2400 kg/cm², dan had men in grafiek V het lijngedeelte A-B-F moeten aanhouden voor het breukmoment. Het punt B correspondeert met een wapening $= \dfrac{1.09}{1{,}09 + 1{,}15}\,(0{,}61 \,.\, 186/2400) = 2{,}3\%$ volgens (16a).

Had men een staalsoort beschouwd met de rekkromme O-b-c uit fig. 5, dus met een $E_s = 1{,}2 \times 10^6$, dan zou daarmede corresponderen de lijn C_3', uit grafiek V, voor wat betreft M_b volgens (14), waarbij $\bar{n} = \dfrac{1{,}2 \times 10^6 \times 1{,}09}{186 \times 10^3} = 7$ moet worden gesteld.

Voor een dergelijke staalsoort zouden M_s en M_b aan elkaar gelijk zijn bij een percentage wapening, dat volgens (16a) wordt

$$\mu = \frac{1{,}09}{1{,}09 + 2} \,.\, \frac{0{,}61 \times 186}{2400} = 1{,}65\ \%.$$

Voor een staalsoort met een rekkromme O-a-c' volgens fig. 5, waarbij evenredigheidsgrens en vloeigrens samenvallen op 1900 kg/cm² zou men in grafiek V voor het beloop van M_s volgens (15) de kromme C_1' moeten aanhouden. In dat geval zou



Grafiek VII.

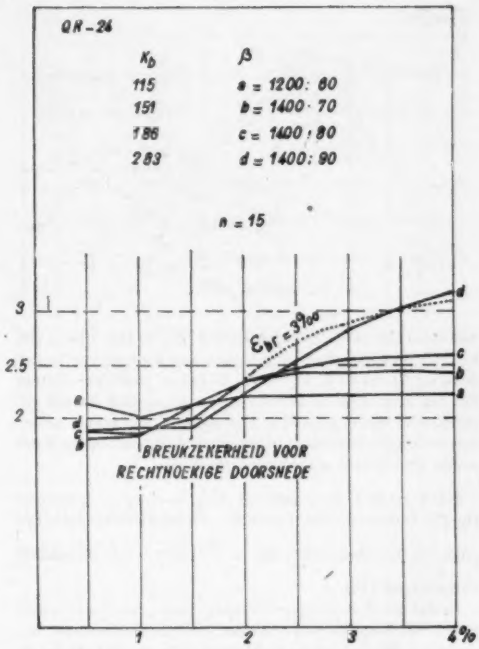


Fig. 7. Breukveiligheid bij gebruik van staal QR 24.

$$M_b = M_s \text{ zijn voor } \mu = \frac{1{,}09}{1{,}09 + 0{,}9} \cdot \frac{0{,}61 \times 186}{1900} = 3{,}25\ \%.$$

Indien men ϵ_{br} voor de beton niet had gesteld op 1,09‰, zoals volgt uit de gegevens van ir RENGERS, doch hoger, — b.v. 3 ‰ —, zou men in grafiek V voor het beloop van M_b de kromme C_2'' moeten aanhouden die uit (14) volgt, indien men daarin $\bar{n} = \frac{2{,}1 \times 10^3 \times 3}{186} = 34$ stelt. μ_{pl} zou dan zijn $\frac{3}{3+2} \cdot \frac{0{,}61 \times 186}{2400} = 2{,}8\ \%$, terwijl $M_s = M_b$ bij $\mu = \frac{3}{3 + 1{,}15} \cdot \frac{0{,}61 \times 186}{2400} = 3{,}4\ \%$ aan elkaar gelijk zouden zijn. Uit de lijn C_2'' blijkt duidelijk, dat de waarde, die men voor ϵ_{br} aanneemt, op de berekende uitkomst van M_b geen invloed heeft, bij de practisch voorkomende wapeningen tot 2%.

Grafiek VI biedt een overzicht van de krommen voor M_b en M_s bij gebruik van staal *QR* 24 en betonsoorten met K_b-waarden van 115, 151, 186 en 283 kg/cm². In grafiek VII zijn dezelfde krommen getekend bij toepassing van staal *QR* 54 en K_b-waarden 151, 186 en 283.

Deling van de maatgevende waarden uit de grafieken V en VI door die uit de grafieken I en II levert voor rechthoekige doorsneden de grootte van de breukveiligheid v op. Fig. 7 geeft het verloop van deze veiligheid aan bij toepassing van staal *QR* 24 met 4 betonsoorten (K_b = 115, 151, 186 en 283 kg/cm²) met toelaatbare spanningen van 1200 en 1400 kg/cm² in het staal en 60, 70, 80 en 90 in de beton. In fig. 8 is hetzelfde aangegeven bij toepassing

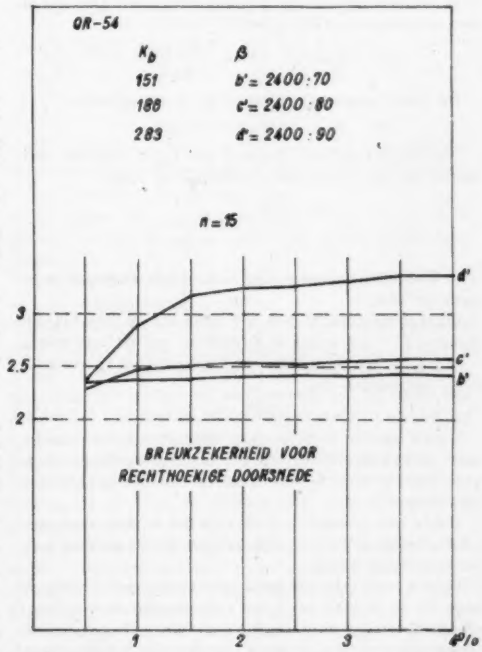
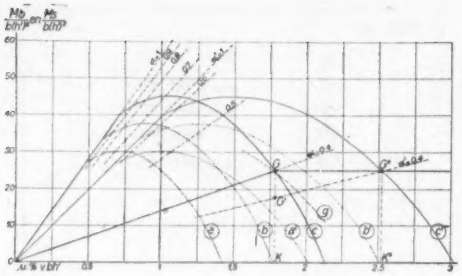


Fig. 8. Breukveiligheid bij gebruik van staal QR 54.



Grafiek VIII.

van staal QR 54 met 3 betonsoorten (K_b = 151, 186 en 283 kg/cm²) bij toelaatbare spanningen van 2400 kg/cm² in het staal en 70, 80 en 90 kg/cm² in de beton. Aan deze figuren ligt ten grondslag de aanname $n = 15$, omdat dit het gebruikelijke uitgangspunt is van normale gewapend betonberekeningen. Voor $n = 10$ zou men overigens ongeveer dezelfde gemiddelde waarde voor v vinden.

3.3. Voor de T-doorsnede zal $c_1' < c_1$ en $c_2' > c_2$ zijn (zie fig. 3). Indien op het ogenblik van breuk de neutrale lijn onder de flens zou vallen, zal $\frac{1 - c_2'}{c_1'}$ niet veel verschillen van 0,57 uit (15).

In dat geval maakt men derhalve geen grote fout, indien men in de formules (10) t/m (16a) voor de T-doorsnede, bedoeld in § 2.3 de breedte b vervangt door $5b$. In feite zal op het ogenblik van breuk x veelal kleiner dan d zijn en dus (10) t/m (16a) geheel van toepassing zijn. Men vindt dan voor μ_{el} en μ_{pl} steeds waarden, die veel groter zijn dan 4%. Voor de bepaling van het breukmoment heeft men dus alleen te rekenen met (15):

$$M_s = \mu\, bh'^2 \,.\, t_{el} \left(1 - \frac{0{,}57 \,.\, \mu \,.\, t_{el}}{5 \,.\, K_b}\right)$$

Dit wordt voor staal QR-24 en K_b = 186 kg/cm²:

$$M_s = bh'^2 \,.\, 2400\,(\mu - 1{,}47\,\mu^2).$$

Voor de β-waarden a, b, c en d van fig. 7 berekent men hieruit de breukzekerheid v gemiddeld als volgt:

$\mu = \frac{1}{2}$%;	$v = 2{,}1$
1	1,96
1 — 4	1,9

4. *Toelaatbaar moment voor rechthoekige doorsnede in gespannen beton.*

Bij gespannen beton kan het drukpunt op verschillende hoogten $h' = \alpha . h$ onder de bovenkant van de balk vallen.

Met $f_s = \mu bh'$ ($\alpha\mu bh$) en een staalspanning $\bar{t}_v$ wordt de netto-voorspankracht

$$V = \mu bh' \,.\, \bar{t}_v \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (17)$$

Indien men, in de beton geen trekspanning wil toelaten, kan α niet kleiner worden dan 1/3; in dat geval ligt het drukpunt in het bovenkernpunt en kan de balk niets dragen (zelfs niet zichzelf).

Indien men bovendien de eis stelt dat de max. randspanningen onder en boven gelijk worden, noemt men de doorsnede volledig benut.

Voor $\alpha = 1$ valt het drukpunt samen met onderkant balk. In de praktijk zal α dus vallen tussen de waarden 1 en 1/3. De minimum-waarde van α voor een bepaalde balk is gegeven door de voorwaarde dat deze ten minste zichzelf moet kunnen dragen, waarbij V in het bovenkernpunt valt.

4.1. Voor een volledig benutte rechth. doorsnede gelden twee voorwaarden:

$$1e.\ \bar{t}_b = \frac{2 \,.\, V}{bh} = 2\mu\, \bar{t}_v,\ \text{dus}\ \mu = \frac{\bar{t}_b}{2\bar{t}_v \,.\, \alpha}\ \text{en}\ V = \frac{\bar{t}_b}{2\alpha} \,.\, bh' \quad (17a)$$

$$2e:\ \overline{M} = M_g + M_p = V.h\,(\alpha - 1/3) = bh'^2 \,.\, t_b\, \frac{\alpha - 0{,}33}{2\,\alpha\, 2} \quad (18)$$

$$M_g = Vh\left(\alpha - \frac{2}{3}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (19)$$

Voor $\bar{t}_b$ = 120 kg/cm² en $\bar{t}_v$ = 8500 kg/cm² vindt men:

$\alpha = 1$	$\overline{M} = 40\, bh'^2$	bij $\mu = 0{,}71$ %	$M_g = 20\, bh'^2$
0,9	42	0,79	17,5
0,8	44	0,89	12,5
0,7	45	1,02	4
0,6	45	1,06	0
0,6	44	1,18	
0,5	40	1,42	
0,4	25	1,78	
0,35	8,2	2,04	
0,3	0	2,13	

Bij dezelfde α-waarden is $\overline{M}$ recht evenredig met $\bar{t}_b$. In grafiek VIII zijn de lijnen voor $\overline{M}$ voor $\bar{t}_v$ = 8500 en 6000 kg/cm² met $\bar{t}_b$ = 80, 100 en 120 kg/cm² aangegeven (a, b, c). Indien $\bar{t}_v$ veranderlijk wordt gesteld, blijft V bij dezelfde α en $\bar{t}_b$ voor de volledig benutte doorsnede onveranderd, (zie 17a); in dat geval verandert μ dus omgekeerd evenredig met $\bar{t}_v$. (zie lijn c' in grafiek VIII voor $\bar{t}_b$ = 120 kg/cm² en $\bar{t}_v$ = 6000 kg/cm²). Voor $\bar{t}_b$ = 120 kg/cm² en $\bar{t}_v$ = 8500 kg/cm² is (bij $\alpha = 0{,}4$) $\overline{M} = 25\, bh'^2$, waarbij $\mu = 1{,}78$ %.

Voor dezelfde balk met kleinere μ verloopt $\overline{M}$ volgens de rechte O-G, terwijl bij $\mu > 1.78$ % $\overline{M} = 25\, bh'^2$ blijft. Voor $\mu > 1{,}78$% zou $\overline{M}$ slechts groter kunnen worden, indien $\bar{t}_b > 120$ kg/cm² werd toegelaten. Voor $\mu > 1{,}78$ % zal daarentegen $\bar{t}_v$ kleiner moeten zijn dan 8500 kg/cm². Uit de grafiek volgt b.v., dat bij $\mu = 2{,}52$ % de $\bar{t}_v$ slechts kan bedragen $\frac{1{,}78}{2{,}52} \times 8500 = 6000$ kg/cm². Hierin komt dus dezelfde tendenz tot uitdrukking, die ook voor gew. betondoorsneden werd gevonden: men kan 2 gebieden onderscheiden, n.l.

1e: voor $\mu < 1{,}78$ % kan $\bar{t}_v$ = 8500 kg/cm² geheel worden benut, doch $\bar{t}_b$ = 120 kg/cm² kan niet worden bereikt (*onder*bewapende balk).

2e: voor $\mu > 1{,}78$ % is het omgekeerde het geval (*over*bewapende balk).

De lijn voor $\overline{M}$ bij $\bar{t}_b$ = 120 kg/cm² en $\bar{t}_v$ = 8500 kg/cm² met α=0,4 verloopt dus volgens O-G-G'', bij $\bar{t}_v < 8500$ kg/cm² verschuift punt G langs G-G'' naar rechts, bij $\bar{t}_b < 120$ kg/cm² verschuift G langs OG naar O toe.

4.2. Voor betondoorsneden die afwijken van de rechthoeksvorm kan men overeenkomstige krommen tekenen, waarvan echter de cijferwaarden anders zullen zijn.

De niet rechthoekige doorsneden kunnen worden onderscheiden in:

$C1$: doorsneden met horizontale en vertikale symmetrieas
$C2$: ,, ,, alleen verticale symmetrie-as.

Het verband met de rechthoekige doorsnede, C, blijkt indien men bij gelijke spanningen $\bar{t}_v$ en $\bar{t}_b$ doorsneden van verschillende vorm vergelijkt met gelijke h, F, f_s en α.

4.3. Een doorsnede C_1 verschilt met een doorsnede C alleen voor wat aangaat de grootte van de kernstraal. Voor C is deze 1/6 h, voor C_1 wordt dit $k.h.$ waarbij de grootte van

k afhangt van de verdeling van het materiaal over de hoogte h.

(18) wordt thans: $M = V.h\,(\alpha_1 - \frac{1}{2} + k)$. Stelt men $\frac{\alpha_1 - \frac{1}{2} + k}{\alpha_1 - \frac{1}{2}} = \eta$, dan is dus voor doorsnede C_1 het opneembare moment η-maal zo groot als voor doorsnede C, waarbij η in het algemeen groter dan 1 is.

(19) wordt voor dit geval $M_g = V.h\,(\alpha_1 - \frac{1}{2} - k)$.

Voorbeeld: I-profil volgens grafiek IX: $k = 0{,}241$. De ordinaten van lijn $C1$ in de grafiek zijn alle $\frac{\alpha - 0{,}259}{\alpha - 0{,}3}$-maal die van lijn C.

Bij gelijke μ's zijn ook de α-waarden van beide lijnen gelijk.

4.4. De doorsneden C en $C1$ worden beide gekenmerkt door de waarde $\delta = \frac{1}{2}$ voor de ligging van de neutrale lijn op $h_b = \delta.h$ vanaf de bovenzijde van de balk. Voor de doorsnede $C2$ daarentegen is δ steeds $< \frac{1}{2}$; bovendien zijn de kernstralen ongelijk en wel is $k_o > k_b$. Dit betekent dat, indien V in het onderkernpunt K_o valt, de randspanning in de onderzijde van de balk $t_1 = \frac{V}{F\delta} > \frac{2V}{F}$, terwijl indien V in het bovenkernpunt K_b valt, de randspanning in de bovenzijde van de balk $t_2 = \frac{V}{F}\frac{1}{1-\delta} < \frac{2V}{F}$ is. (18) wordt nu:

$$M = V\,.\,h\,.\,(\alpha - \delta + k_b).$$

Stelt men $t_1 = \bar{t}_b$ dan wordt $t_2 = \frac{\delta}{1-\delta}\,t_1 < t_1$. In dat geval wordt (17a): $t_b = \frac{V_2}{F.\delta}$; $\mu_2 = \frac{t_b\,\delta}{t_v\,\alpha_2}$; $V_2 = \frac{t_b\,\delta}{\alpha_2}.\,bh'$ (17b)

Stelt men $t_2 = \bar{t}_b$, dan wordt $t_1 = \frac{1-\delta}{\delta}.\,t_2 > \bar{t}_b$, en

$t_b = \frac{V_2'}{F\,(1-\delta)}$; $\mu_2' = \frac{t_b\,(1-\delta)}{t_v\,\alpha_2'}$; $V_2' = \frac{t_b\,(1-\delta)}{\alpha_2'}.\,bh'$ (17c).

(19) wordt: $M_g = V.h\,(\alpha - \delta - k_o)$ (19a).

Indien V in een punt P valt, op de afstand $\gamma k_o\,.\,h$ onder de neutrale lijn ($\gamma < 1$), wordt de randspanning aan de balkonderzijde $t_1' = \frac{V}{F}\left(1 + \gamma\,\frac{1-\delta}{\delta}\right)$. Voor $\gamma = \frac{(1-\delta)^2}{\delta^2}$ $t_1' = t_2$.

(19) wordt: $M_g = Vh\,(\alpha - \delta - \gamma\,.\,k_o)\,..$ (19b).

Voorbeeld: T-profil volgens grafiek IX:

$k_o = 0{,}279$; $k_b = 0{,}145$; $\delta = 0{,}341$; $\gamma = 0{,}267$.

Voor $t_1 = 120$ en $t_2 = 62$ kg/cm² wordt

$$\overline{M}_2 = 41\,bh'^2\,\frac{(\alpha_2 - 0{,}196)}{\alpha_2^2} \text{ bij } \mu_2 = \frac{0{,}48}{\alpha_2}\ \%\text{ en}$$

$$M_g = 41\,bh'^2\,\frac{(\alpha_2 - 0{,}62)}{\alpha_2^2} \text{ (lijnen } c_2 \text{ en } d_2\text{, grafiek IX)}$$

Voor $t_2 = 120$ en $t_1 = 230$ kg/cm² wordt

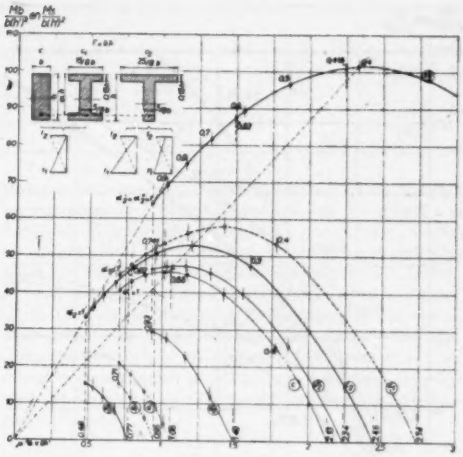
$$\overline{M}_2' = 78\,bh'^2\,\frac{(\alpha_2' - 0{,}196)}{\alpha_2'^2} \text{ bij } \mu_2' = \frac{0{,}93}{\alpha_2^1}\ \%\text{ en}$$

$$M_g' = 78\,bh'^2\,\frac{(\alpha_2' - 0{,}62)}{\alpha_2'^2} \text{ (lijnen } c_2' \text{ en } d_2'\text{, grafiek IX)}$$

Voor $t_1' = t_2 = 120$ kg/cm² blijft

$$M_2'' = 78\,bh'^2\,\frac{(\alpha_2'' - 0{,}196)}{\alpha_2''^2} \text{ bij } \mu_2'' = \frac{0{,}93}{\alpha_2''}\ \%\text{ doch}$$

$$M_g'' = 78bh'^2\,\frac{(\alpha_2'' - 0{,}416)}{\alpha_2''^2} \text{ (lijn } d_2''\text{, grafiek IX).}$$



Grafiek IX.

Uit (17b) en 17c) volgt:

1e: $\mu_2'\,\alpha_2' = \frac{(1-\delta)}{\delta}\,\mu_2\alpha_2 = 1{,}93\,\mu_2\alpha_2$.

2e: Voor $\alpha_2' = \alpha_2$ is $\mu_2' = 1{,}93\mu_2$; $V_2' = 1{,}93V_2$;

$$\overline{M}_2' = 1{,}93\,\overline{M}_2;\ M_g' = 1{,}93\,M_g.$$

3e; Voor $\mu_2' = \mu_2$ is $\alpha_2' = 1{,}93\,\alpha_2$; $V_2' = 1{,}93\,V_2$;

$$\overline{M}_2' = \frac{1{,}93\,\alpha_2 - 0{,}196}{1{,}93(\alpha_2 - 0{,}196)}\,.\,\overline{M}_2$$

$$M_g' = \frac{1{,}93\,\alpha_2 - 0{,}62}{1{,}93\,(\alpha_2 - 0{,}62)}\,.\,M_g.$$

4e: $\alpha_2''\,\mu_2'' = \alpha_2'\,\mu_2'$.

5e: Voor $\alpha_2'' = \alpha_2'$ is $\mu_2'' = \mu_2'$; $V_2'' = V_2'$; $\overline{M}_2'' = \overline{M}_2'$;

$$M_g'' = \frac{\alpha - 0{,}416}{\alpha - 0{,}62}\,.\,M_g.$$

4.5. De grafieken VIII en IX geven een overzichtelijk beeld van de verschillende mogelijkheden bij de dimensionering van gespannen beton.

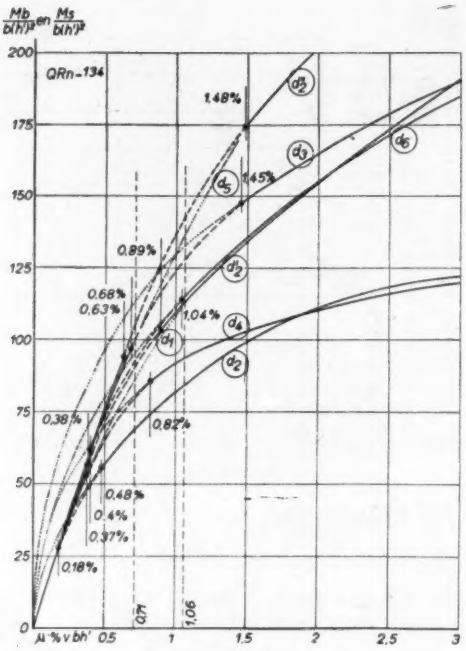
Uit grafiek VIII kan b.v. worden nagegaan, hoeveel $\overline{M}$ afneemt, indien in het spanstaal een zekere ontspanning optreedt.

Voor een doorsnede C b.v. met $\alpha = 0{,}4$ is bij $t_b = 120$ en $t_v = 8500$ kg/cm² $\overline{M} = GK$.

Indien in het staal na verloop van tijd een ontspanning tot b.v. 6000 kg/cm² zou optreden, zou ter opname van $\overline{M} = GK$ bij volledige uitgenutte doorsnede een wapeningspercentage nodig zijn, overeenkomende met de abscis van het punt G''. Aangezien echter minder wapening aanwezig is nl. overeenkomende met de abscis van het punt G-, is de gegeven doorsnede bij $t_v = 6000$ kg/cm² dus niet meer volledig benut. Ter bepaling van het bij die voorspanning behorende $\overline{M}$ geldt nu de ordinaat $G'K$. Deze is 6000/8500 maal die van GK.

De bereikbare t_b bij teruglopen van t_v tot 6000 kg/cm² is $60/85 \times 120 = 85$ kg/cm². De doorsnede is na de voorspanningsafval volledig benut te beschouwen bij het verlaagde spanningspaar 85/6000.

Zoals uit grafiek VIII ook blijkt, kan men een doorsnede, die bij 6000/120 niet volledig benut is bij $\alpha = 0{,}4$, zonder verandering van t_v tot een volledig benutte doorsnede op-



Grafiek X.

voeren, indien men de α vergroot. Daarbij zal t_b lager dan 120 zijn. Uitgaande b.v. van een doorsnede met het wapeningspercentage OK geldt:

$$OK = \frac{120}{17000 \times 0{,}4} = \frac{t_b}{12000 \times \alpha};$$

$$GK = \frac{120\,(0{,}4 - 1/3)}{2 \times 0{,}4^2} = \frac{t_b\,(\alpha - 1/3)}{2\,\alpha^2}$$

Hieruit volgt: $\alpha = 0{,}44$

$t_b = 92$ kg/cm².

5. *Het breukmoment van een rechthoekige doorsnede in gesp. beton.*

De overwegingen van § 3 kunnen met enige correctie weer worden toegepast. Voor geval A sub § 3,2 geldt thans i.p.v. (12):

$$\epsilon_s = \epsilon_v + \epsilon_s' = \epsilon_v + \epsilon_{br}\,\frac{h' - x}{x} \quad . \; . \; . \quad (12a)$$

Hierin is ϵ_v de sp. rek in het staal t.g.v. de aangebrachte voorspanning t_v, fig. 4 geldt in dit verband vanaf het ogenblik, dat deze voorspanning werkzaam is geworden. De totale spanning in het staal t_s op het ogenblik van de breuk kan worden gesplitst in t_v en t_s'.

(10) kan worden geschreven $T = T_v + T_s' = D$ of

$$\mu bh'\,(t_v + t_s') = c_1 K_b \,.\, bx \quad . \; . \; . \; . \quad (10a)$$

(10a) en (12a) geven:

$$\mu bh'\left(t_v + E_s \,.\, \epsilon_{br}\,\frac{h' - x}{x}\right) = c_1 \,.\, K_b \,.\, b \,.\, x \text{ of}$$

$$x^2 + x\left(\frac{\mu h' \,.\, \bar{n}}{c_1} - \mu\, h'\,\frac{t_v}{c_1 \,.\, K_b}\right) - \mu h'^2\,\frac{\bar{n}}{c_1} = 0 \quad . \; . \; . \quad (13a)$$

waarin $\bar{n} = \dfrac{E_s\,\epsilon_{br}}{K_b}$

Voor $K_b = 283$ kg/cm² en staal QRn 134 volgens fig. 6 met $t_s = 13400$ kg/cm² en $t_{br} = 16000$ kg/cm² vindt men bij $\bar{t}_v = 8500$ kg/cm²:

$\mu = 0{,}25$ %	$M_b = 38\,bh'^2$	volgens (14) (lijn d_3, grafiek X).
0,5	57	
1	81	
2	114	
3	122	

Hierbij is $\bar{n} = \dfrac{2{,}06 \times 10^3 \times 1{,}38}{283} = 10$

Bij een andere $\bar{t}_v$ veranderen deze cijfers, zoals ten overvloede uit (13a) blijkt. De grens der geldigheid van (14) reikt tot μ_{el}, die men vindt uit (10a): $\mu_{el} = \dfrac{c_1 K_b}{t_s} \cdot \dfrac{x}{h}$

waarin $x/h' = \dfrac{\epsilon_{br}}{\epsilon_{br} + (\epsilon_s - \epsilon_v)} = \dfrac{1{,}38}{1{,}38 + \dfrac{13400 - 8.500}{2{,}06 \times 10^3}} =$

$= 0{,}48$ %.

In geval B sub § 3.2 geldt M_s volgens (15). Aangezien in het staal volgens fig. 6 geen vloeizône valt te onderscheiden, dient men i.p.v. t_{vl} thans de breukgrens $t_{br} = 16000$ in te vullen.

Aldus wordt

$$M_s = \mu bh'^2 \,.\, 16000\left(1 - 0{,}57\,\frac{16000\,\mu}{283}\right) =$$

$$= 16000\,bh'^2\,(\mu - 32\,\mu^2) \quad . \; . \; . \; . \quad (15a)$$

Hieruit vindt men voor $\mu = 0{,}1$ %	$M_s = 15\,bh'^2$ (lijn d_1 grafiek X)
0,2	30
0,5	66
1	108

Inplaats van μ_{vl} vindt men thans $\mu_{br} = \dfrac{c_1 \,.\, K_b}{t_{br}} \cdot \dfrac{x}{h'} =$

$$= \frac{c_1 \,.\, K_b}{t_{br}} \cdot \frac{\epsilon_{br}}{\epsilon_{br} + (\epsilon_{br} - \epsilon_v)} \quad . \; . \; . \; . \quad (16b)$$

$$\mu_{br} = \frac{0{,}61 \times 283}{16000} \cdot \frac{1{,}38}{1{,}38 + \left(11{,}5 - \dfrac{8500}{2060}\right)} = 0{,}18\ \%.$$

Met behulp van voorgaande uitdrukkingen zijn ook voor enige andere aannamen voor K_b en ϵ_{br} de waarden van het breukmoment becijferd.

De resultaten zijn voor de rechthoeksdoorsnede in grafiek X aangegeven:

lijn d_3 geldt voor M_b, by $K_b = 500$ kg/cm² met $\epsilon_{br} = 4\%$
„ d_4 „ „ M_b, bij $K_b = 283$
„ d_5 „ „ M_s bij $K_b = 500$ kg/cm².
„ d_6 „ „ M_b bij $K_b = 500$ met $\epsilon_{br} = 1{,}95\%$.

Voor de volledig benutte doorsnede met $\bar{t}_v = 8500$ kg/cm² en $\bar{t}_b = 120$ kg/cm² vindt men bij diverse α-waarden de zekerheid v tegen breuk in de doorsnede C dus door deling van de ordinaten van de betreffende 4 lijnen uit grafiek X door de ordinaten van de kromme uit grafiek VIII waarop het punt G gelegen is.

α moet vallen tussen 0,66 en 1, dus μ tussen 0,71% en 1,06%. Voor dit gebied vindt men de navolgende waarden voor v:

Bij een verhoging van Kb met 77% blijkt v ongeveer 33% hoger te worden. Verhoging van de aangenomen ϵ_{br} geeft slechts ongeveer 13% hogere uitkomst voor v.

K_b	ϵ_{br}	$\mu = 0{,}71\%$	$\mu = 1{,}06\%$	v gemiddeld				
283	1,38	68/40 = 1,7	84/45 = 1,87	1,78	100%		100%	
283	4	79/40 = 1,97	93/45 = 2,06	2,01		100%	114%	
500	1,95	92/40 = 2,3	115/45 = 2,46	2,38	134%			100%
500	4	99/40 = 2,47	128/45 = 2,85	2,66		132%		112%

Conclusie 1: Voor doorsneden C in gespannenbeton is een meer uitgesproken invloed van verhoogde betonkwaliteit op de breukzekerheid bemerkbaar dan bij gewapend beton. In procenten uitgedrukt, bedraagt deze invloed ongeveer 45% van de kwaliteitsverhoging.

Conclusie 2: Voor doorsneden C blijkt vrijwel geen verschil te bestaan tussen de breukzekerheid van gespannen en gewapend beton.

5.1. Voor een doorsnede C_1 wijzigen, bij $K_b = 283$ en $\epsilon_{br} = 1{,}38\%$ de uitdrukkingen (13*a*), (14) en 15*a*) als volgt:

$$s^2 - 17{,}7\,\mu\, s - 8{,}8\,\mu = 0$$

$$M_b = \frac{15}{8} \,.\, 0{,}61.283\,(s - 0{,}35 s^2)$$

$$M_s = \mu\, bh'^2 \,.\, 16000\left(1 - 0{,}57\,\frac{16000\,\mu}{283 + 15/8}\right) =$$

$$= 16000\, bh'^2\,(\mu - 17{,}2\mu^2),$$ zie lijn d_2' in grafiek X.

Voor de volledig benutte doorsnede moet α_1 vallen tussen 1 en 0,741 dus μ_1 tussen 0,71% en 1,06%.

De breukzekerheid v op deze grenzen bedraagt 90/45 = 2, resp. 113/52 = 2,17 dus gemiddeld 2,08 (dit was 1,78 voor doorsnede C).

5.2. Voor een doorsnede C_2 wijzigt het bovenstaande als volgt:

$$s^2 - 10{,}55\,\mu\, s - 5{,}25\,\mu = 0$$

$$M_b = 25/8 \times 0{,}61 \times 283\,(s - 0{,}35\, s^2).$$

$$Ms = \mu\, bh'^2 \times 16000\left(1 - 0{,}57\,\frac{16000\,\mu}{283 \times 25/8}\right) =$$

$$= 16000\, bh'^2\,(\mu - 10{,}4\mu^2),$$ zie lijn $d^{2''}$ uit grafiek X.

Voor de volledig benutte doorsnede moet α_2'' vallen tussen 1 en 0,415, dus μ''_2 tussen 0,93% en 2,24%.

De breukzekerheid v op deze grenzen bedraagt 130/64 = 2,04, resp. 225/102 = 2,2, dus gemiddeld 2,12 (dit was 1,78 voor doorsnede C).

Conclusie 3: Bij vergelijking van de doorsneden C, $C1$ en $C2$ in gespannen beton met gelijke betondoorsneden blijkt de vorm van de doorsnede een zeer bescheiden invloed op de breukzekerheid te oefenen, nl. niet meer dan ongeveer 17% voor de behandelde I-doorsnede en ± 20% voor de T-doorsnede.

6. *Besluit.* De cijferwaarden voor de breukzekerheid zullen variëren naar gelang men aan de breuktoestand andere aannamen ten grondslag legt, dan in het voorgaande werden aangehouden. Het voornaamste doel van dit artikel was dan ook, op gelijke grondslag een vergelijking te treffen tussen gewapend- en gespannen beton. Deze vergelijking toont aan dat de breukzekerheid van beide materialen ongeveer gelijk is, zowel voor de rechthoekige als de T-doorsnede. Deze uitslag wijkt in vrij belangrijke mate af van recente mededelingen die op dit punt hier te lande werden gedaan. Bij gebreke van een volledige documentatie van bedoelde mededelingen is het echter voorshands niet mogelijk voor het verschil in de uitkomsten een bevredigende verklaring te geven.

Literatuur

RENGERS: *De Ingenieur* 1933.
HOYER: *Der Stahlsaitenbeton.*
GRAEMER: *Zement* 1941.
MORSCH: *Beton und Stahl* 1950.
SALIGER: *Eisenbetonbau.*
BJUGGREN: *Mededeling B* 10, Congres voor spanbeton, Gent 1951.
WALLEY: *Mededeling B* 29.
OPHORST: *Cement* 1951.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN

Afstandhouders

691.87

Door de „Deutschen Beton-Verein", werd begin 1950 een prijsvraag uitgeschreven voor het ontwerp van een afstandhouder, waar de gewoonlijk gebruikte en dan veelal op het werk gemaakte afstandhouders in verschillende opzichten niet aan de te stellen eisen voldoen.

Op deze prijsvraag kwamen 112 antwoorden binnen. De jury kon ten slotte vijf ontwerpen voor beproeving in de praktijk aanbevelen. Deze proeven hebben tot in December 1950 geduurd. Bekroond zijn de in fig. 1 afgebeelde vier typen.

De eerste prijs werd toegekend aan „Univab" van Dipl. Ing. EMIL LUZ (fig. 1*a*). Met behulp van een S-vormige veer kan het voldoende draagkrachtige betonblokje eenvoudig en snel ook aan dicht-aaneenliggende wapening worden bevestigd. De aanhechting door de veer is voldoende gebleken

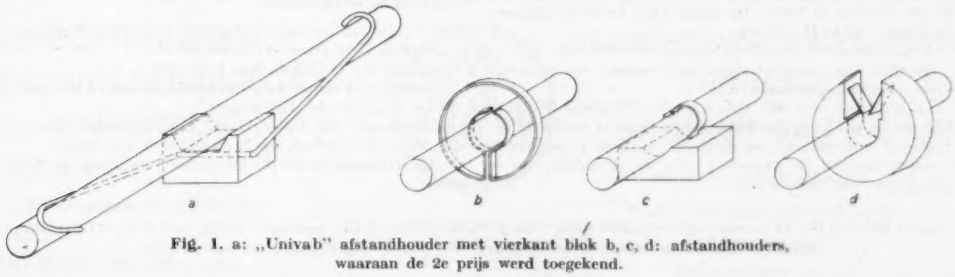


Fig. 1. a: „Univab" afstandhouder met vierkant blok b, c, d: afstandhouders, waaraan de 2e prijs werd toegekend.

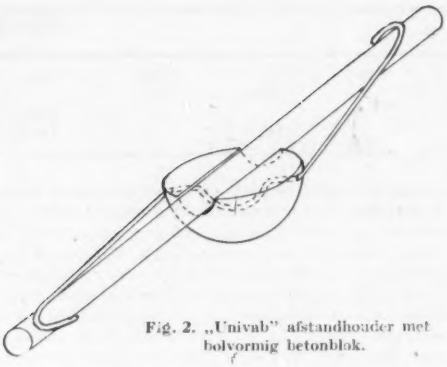


Fig. 2. „Univab" afstandhouder met bolvormig betonblok.

om omkippen van het betonblokje bij verschuiving van de wapening tegen te gaan. Voor alle staafdikten en betondekkingen zijn maar 2 soorten veer nodig en in het algemeen zal men een bouwwerk met één grootte veer kunnen volstaan.

Aan de afstandhouders fig. 1*b*, *c* en *d* werd een 2e prijs toegekend. De toepassingsmogelijk daarvan is min of meer begrensd. Zij zijn allen gemakkelijk aan te brengen, maar er zijn daartegen bezwaren: zijn bij belasting vervormbaar (fig. 1*b*); voor alle staafdoorsneden is een andere veer nodig (fig. 1*c*); voor loodrechte wapening niet bruikbaar (fig. 1*d*).

Naar aanleiding van deze prijsvraag beveelt de jury een gewijzigde „Univab"-afstandhouder aan (fig. 2). Hierbij is het betonprisma vervangen door een halve vol. Voordelen: bij het betonneren wordt de halve bol zo goed als volledig omhuld, wat bij niet af te pleisteren oppervlakken van belang is. Bovendien is deze afstandhouder minder gevoelig voor oneffenheden in de bekisting, terwijl verder bij verschuiving van de wapening geen beschadiging optreedt, zoals bij de blokjes mogelijk is. Ook blijft de afstand tussen wapening en bekisting in dat geval ongewijzigd.

De „Deutscher Beton-Verein" heeft het resultaat van deze prijsvraag eerst thans gepubliceerd, omdat gewacht is tot de voor de fabricage van de aanbevolen afstandhouder benodigde apparatuur binnen afzienbare tijd leverbaar zal zijn.

Sw.

MEDEDELINGEN BETONVEREENIGING

Nieuwe Leden

Voor het lidmaatschap hebben zich aangemeld:
JAN H. BOSCH JR. te Rotterdam;
F. V. D. HEUVEL te Venray en
J. VAN DER WEIDE te Helmond.

Ledenvergadering

Op Dinsdag 11 December a.s. te 14 uur zal een ledenvergadering plaats vinden in het Kon. Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage, waarin het voorstel van het bestuur om ingaande 1952 de contributie van de belangstellende leden terug te brengen tot *f* 8,—,zal worden behandeld. Dit voorstel met toelichting wordt aan de leden tegelijk met de convocatie voor de hieronder vermelde voordracht van dr ir A. M. HAAS toegezonden.

Voordracht dr ir A. M. Haas

In aansluiting aan de ledenvergadering zal te 14.15 uur dr ir A. M. HAAS een voordracht houden over: *Experimenteel onderzoek voorgespannen betonbalken.*

Regelen volgens welke de verantwoordelijkheid voor gewapend betonconstructies in bestekken wordt bepaald

Ter herziening dezer, voor het eerst in 1928 vastgestelde „Regelen" werd door de Betonvereeniging een commissie samengesteld, waarin op uitnodiging van het bestuur de volgende heren zitting namen: ir B. PEISER (namens de Betonvereeniging), Voorzitter, ir G. C. BOONSTRA (namens de Ver. van Delftse Ingenieurs), ir H. A. DICKE (namens de O.N.R.I.), Arch. A. J. VAN ECK (namens de B.N.A.) en ir A. VAN WALRAVEN (namens de Ver. v. Directeuren van Gemeentewerken); Secretaris: ir A. H. SWEYS.

Deze commissie beveelt de volgende redactie aan:

Geval A. De constructietekeningen worden de aannemer door de directie verstrekt.

In afwijking van art. 1645 van het Burgerlijk Wetboek en andere op dit punt geldende contractuele of wettelijke bepalingen is de directie aansprakelijk voor de constructieve samenstelling en de aannemer voor de uitvoering van de gewapend betonconstructies.

Geval B. De constructietekeningen en berekeningen worden de aannemer tijdig door de directie verstrekt, opdat hij in de gelegenheid zij vóór het sluiten der aannemingsovereenkomst deze tekeningen en berekeningen te controleren. Vóór het sluiten der aannemingsovereenkomst moet de aannemer zich met de tekeningen en berekeningen der directie hebben verenigd of moet tussen aannemer en directie overeenstemming zijn bereikt omtrent eventuele wijzigingen in de tekeningen en/of berekeningen.

Wanneer in het hier bedoelde geval de directie niet alle constructietekeningen tijdig gereed kan maken en de aannemer dus niet in staat is de tekeningen en berekeningen vóór het sluiten der aannemingsovereenkomst te controleren, moeten de te verwerken hoeveelheden verrekenbaar gesteld worden, zodat, wanneer na het sluiten der overeenkomst wijzigingen in de tekeningen en/of berekeningen nodig zijn, het daaruit voortvloeiende meer- of minder werk verrekend kan worden.

In afwijking van art. 1645 van het Burgerlijk Wetboek en andere op dit punt geldende contractuele of wettelijke bepalingen is alleen de aannemer aansprakelijk zowel voor de constructieve samenstelling als voor de uitvoering van de gewapend betonconstructies.

Geval C. De constructietekeningen en de berekeningen worden door de aannemer gemaakt.

In afwijking van art. 1645 van het Burgerlijk Wetboek en andere op dit punt geldende contractuele of wettelijke bepalingen is alleen de aannemer aansprakelijk zowel voor de constructieve samenstelling als voor de uitvoering van de gewapend betonconstructies.

De bedoeling der „Regelen" is, dat in bestekken duidelijk tot uitdrukking komt welke der drie bepalingen is gekozen.

Ontvangen boekwerken

Van „The Danish National Institute of Building Research":
„Testing of 11 Danish Concrete Mixers";
„Report for the fiscal year 1949—'50";
„Stobning af simple betonkonstruktioner om vinteren".
Van de „Deutscher Betonverein":
„Bindemittel für Massenbeton, Untersuchungen über hydraulische Bindemittel aus Zement, Kalk und Trass";
„Die Versuchsberichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton".

Inhoud BETON 10: De breukzekerheid in doorsneden van gewapend-beton en van gespannen beton, door ir W. C. COEPIJN. — Korte Technische Berichten: Afstandhouders, door Sw. — Mededelingen Betonvereeniging.

„HEEMSTEE" PATENTLAGERBRONS

in afmetingen
van 30 x 15 m.m.
tot 300 x 280 m.m.
ook in aluminium-uitvoering

CENTRIFUGAAL GEGOTEN, GEWALST EN GEHARD

Tel. 39729 - 38285
K 2500

Gepatenteerd in alle werelddelen

Vraagt prijs en inlichtingen bij ons of bij onze wederverkopers in vele steden, alwaar ons brons uit voorraad verkrijgbaar is.

N.V. NEDERLANDSE METAALGIETERIJEN; HEEMSTEDE

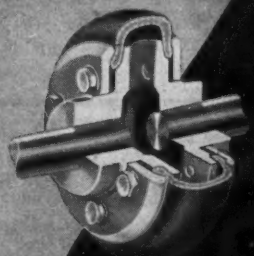
- Gewapende betonwerken
- Utiliteitsbouw
- Waterbouwkundige werken
- Wegenbouw

N.V. BETONBOUW - HOOGKERK
v.h. Fa. Kool en Wildeboer
Tel.: K 5908 - 341 - 342
HOOGKERK (Gr.)

„PERIFLEX" KOPPELINGEN

FABRIKAAT „STROMAG"

SUPER ELASTISCH
SCHOKNIVELLEREND



UITERST EENVOUDIG
MONTAGE AFWIJKINGEN TOELAATBAAR

C.V. v/h INDUSTRIEELE & HANDEL MIJ
LOUIS REIJNERS
MEEUWENLAAN 98-100 - TEL. 60401 - AMSTERDAM

SCHEEPSWERVEN EN MACHINEFABRIEKEN KINDERDIJK

Baggermaterieel
Vracht- en passagiersschepen
Sleepboten
SMIT-M.A.N.-dieselmotoren
Stoommachines, ketels, lieren enz.

J.&K. SMIT

TELEGRAM-ADRES
SMITTEN—KINDERDIJK

Telf.: Rotterdam 72647
Alblasserdam 241
Krimpen a/d Lek 441

ALUMINIUMVERWERKENDE INDUSTRIE KRIMPEN AAN DE LEK

Fleming-Patent-Reddingboten.
Roei- en motorreddingboten
Scheepsmeubelen
Scheepsconstructies
enz.

KÜHNLE KOPP & KAUSCH FRANKENTHAL (Pfalz.)

ROER- EN MENGWERKEN

Torpedoroerders. **Vert.: ERIKSSON - Hoogewal 2 - Den Haag**

I. B. I. V., N.V.
INGENIEURS-BUREAU INGENEGEREN-VRIJBURG, N.V.
Telegram-adres: IBIV
Hoofdkantoor: Bandung, 51 Djalan Dago. Tel. N.61 en Z.689.
Technisch Handelsbureau: Vertegenwoordigers van Fabrikanten van Machines, Gereedschappen en Instrumenten voor Industrie, Mijnbouw, Cultures, Luchtvaart, Waterstaat, Spoorwegen, Electrotechniek, Laboratoria, enz. met **inkoopkantoor te Amsterdam:** N.V. Nederlands Ingenieurs-Bureau Ingenegeren-Vrijburg, N.I.B.I.V., Herengracht 545—549, tel. 33664.
Adviesbureau voor Bouw-, Stedenbouw- en Waterbouwkunde.

N.V. STANDARD VACUUM PETROLEUM MAATSCHAPPIJ

ESSO GEBOUW POSTBUS 109 's-GRAVENHAGE

vraagt voor haar bedrijven in Zuid-Sumatra een

CHEMISCH INGENIEUR

en een

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR

bij voorkeur met belangstelling voor petroleum techniek. Maximum leeftijd 35 jaar. Sollicitaties te richten aan Afdeling Personeelszaken.

N.V. Nederlandsche Kabelfabriek vraagt voor de bedrijfsleiding van haar Koperwalserij en -trekkerij te Delft een

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR
Leeftijd 30—35 jaar.

Sollicitanten moeten bereid zijn zich aan een psychotechnisch onderzoek te onderwerpen.
Eigenhandig geschreven sollicitaties met uitvoerige inlichtingen en onder bijvoeging van pasfoto, uiterlijk één week na dato, te richten aan het Directie-Secretariaat.

M.T.S-er, dipl. Werktuigbouwk. en Gasfabricage, ± 20 jaar praktijk, ervaren Statiker, grondig bekend met staalbouw, wenst van betrekking te veranderen.
Brieven onder nummer **909** aan de Uitgever van dit blad.

De Caltex Groep van Petroleum Maatschappijen

zoekt voor haar

Raffinaderijen

hier te lande en in Overzeese gebieden

jonge scheikundige- en natuurkundige ingenieurs

die pas afgestudeerd zijn of één tot twee jaar practijk hebben.
Ervaring in de petroleumindustrie is gewenst, maar niet noodzakelijk.

Schriftelijke sollicitaties te richten tot de afdeling „Personeel", Postbus 200, Rotterdam.

De Hollandsche Beton Maatschappij N.V.
vraagt voor haar vestiging in Indonesië een

JONG INGENIEUR

Schriftelijke sollicitaties aan het Hoofdkantoor: Groot Hertoginnelaan 258, 's-Gravenhage.

N.V. Gazelle Rijwielfabriek te Dieren
vraagt voor spoedige indiensttreding

ALLROUND ASSISTENT - BEDRIJFSLEIDER

Opleiding minstens Diploma M.T.S. - Werktuigbouwkunde, ruime praktijkervaring en technisch-economisch inzicht wordt verondersteld. Candidaten worden eventueel uitgenodigd voor een psychotechnisch onderzoek.

Uitsluitend schriftelijke sollicitaties te richten aan de Directie der N.V., voorzien van gedetailleerde inlichtingen en opgave van referenties.

GEMEENTE-BEDRIJVEN HEERLEN.

Bij het Gas- en Waterbedrijf, wordt gevraagd voor spoedige indiensttreding een

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR

met enige ervaring en belangstelling voor werkorganisatie. Eventueel komt een civiel-ingenieur met ervaring in soortgelijk bedrijf in aanmerking. — Leeftijd beneden 35 jaar. Aanstelling als Ingenieur. Salaris *f* 5.000,— — *f* 7.400,—.
10 Jaarlijkse verhogingen van *f* 240,—, plus 10¼% en 5% tot een maximum van *f* 200,—.
Kindertoelage volgens Rijksregeling.
Salarisherziening in voorbereiding.

Sollicitaties met uitvoerige inlichtingen binnen 14 dagen na verschijning van dit blad aan Burgemeester en Wethouders van Heerlen.

De N.V. Nederlandsche Maatschappij van Kogellagers SKF, Spui 24, te Amsterdam, roept hiermede sollicitanten op voor de volgende vacatures voor haar in aanbouw zijnde fabriek te Veenendaal:

EEN INGENIEUR

(M.T.S-er of w.i. Delft of daarmede vergelijkbare opleiding) voor de functie van **CHEF DER SLIJPERIJ;** leeftijd 30—35 jaar, met ruime ervaring op het gebied van rond-, binnen- en vlakslijpen, centerloos slijpen en polijsten, vermoedelijke datum van indiensttreding 1 Februari 1952; gegadigden moeten bereid zijn onmiddellijk bij de aanvang van hun dienstverband gedurende een periode van 3 à 4 maanden bij de moederfabriek te Gothenburg, Zweden, te worden geplaatst ter verkrijging van de nodige ervaring met de diverse machinetypen en werkmethoden;

EEN INGENIEUR

(M.T.S-er of w.i. Delft of daarmede vergelijkbare opleiding) voor de functie van **CHEF DER HARDERIJ** en van het laboratorium, leeftijd 25—30 jaar, met ruime practische ervaring op het gebied van metallurgie en metallografie, gebaseerd op grondige theoretische kennis; vermoedelijke datum van indiensttreding 1 Maart 1952; gegadigden moeten bereid zijn direct bij de aanvang van het dienstverband voor een inwerkperiode van 2 à 3 maanden bij de moederfabriek te Gothenburg, Zweden, te worden geplaatst.

Uitvoerige sollicitaties, bij voorkeur met goede recente foto, uitsl. schriftelijk in te dienen bij de afd. Personeelszaken.

Bij de

ALBATROS SUPERFOSFAATFABRIEKEN N.V.

(fabrieken te Pernis, Amsterdam en Kralingsche Veer) bestaan de volgende vacatures:

a: Voor een Dr (Drs) in de scheikunde of scheikundig ingenieur,

in leidende functie bij het Centraal Laboratorium te Pernis.

De functionaris zal worden belast met de leiding van chemisch- en semi-technisch onderzoekingswerk en met de contrôle en coördinatie van de bedrijfslaboratoria. Enige ervaring bij voorkeur in analoge positie is gewenst, alsmede ruime belangstelling, technisch inzicht en organisatievermogen. In verband met veelvuldig buitenlands contact is talenkennis gewenst. Leeftijd bij voorkeur ongeveer 30 jaar.

b: Voor een jong technoloog of academisch chemicus

als bedrijfsingenieur.

De functionaris zal bij de afdeling Projecten te Pernis met speciale opdrachten worden belast. Ruime promotiekansen, eventueel ook bij dochterondernemingen in het buitenland.

Opneming in pensioenfonds.

Psychologisch onderzoek kan worden verlangd.

Eigenhandig, (niet met ballpoint) geschreven sollicitaties met pasfoto worden ingewacht ten Hoofdkantore der N.V., Maliebaan 81, Utrecht.

N.V. MACHINEFABRIEK C. MATERS

Postbus 27 **BEVERWIJK**

zoekt voor spoedige indienststreding

EEN ENERGIEK VERKOOPINGENIEUR

ter assistentie van de chef der Technische Verkoopafdeling Sihipompen.

Bij voorkeur met enige ervaring op het gebied van water- en luchttechniek.

Hoger of Middelbaar Technische opleiding gewenst, doch karakter, intelligentie en werklust geven de doorslag.

Leeftijd tot 40 jaar.

Uitvoerige sollicitaties met pasfoto, vermelding van levensloop, opleiding, verlangd salaris, enz. aan de Directie.

INTERNATIONALE ONDERNEMING

in het Westen des lands zoekt een jong

MIJNBOUWKUNDIGE

Vereisten:

bij voorkeur academische opleiding, commercieel technische aanleg, speciale interesse voor exploratie en ontginning van ertsgebieden, ingesteld op internationale documentatie, kennis van vreemde talen, genegen buitenlandse reizen te maken. Geen bezwaar tegen psycho-technisch onderzoek.

Geboden wordt:

een aantrekkelijke positie met directe opname in het pensioenfonds.

Eigenhandig geschreven sollicitatiebrieven (niet met ballpoint) onder no. 908 aan de Uitgever van dit blad.

N.V. Fabriek van Electrische Apparaten

v/h F. HAZEMEYER EN CO. te HENGELO (O)

vraagt een

Hoofdingenieur

voor de leiding van haar

TECHNISCHE AFDELING

diploma T.H. Delft of gelijkwaardige opleiding. Leeftijd niet onder 35 jaar.

Onder de Technische afdeling ressorteren:

constructiebureau hoog- en laagspanning,
het berekeningsbureau,
de tekenkamers,
het octrooibureau,
het normalisatiebureau.

Uitvoerige schriftelijke sollicitaties te richten aan de Directie der N.V. Hazemeyer, Postbus 23, Hengelo (O).

BOILER SCALER

Survey - Degassing - Boiler cleaning - Cementing - Cleaning from rust - Painting etc.

Office:

CLEMENSSTRAAT 52 — ROTTERDAM-ZUID

TELEPHONE 71521—67227

Modern Furnished Business • Specialized Staff
First-class References.

Tegen TRILLINGEN, SCHOKKEN enz.

speciale rubber constructies

ARUFA
ARNHEMSE RUBBERFABRIEK
ARNHEM

Bij de

NEDERLANDSCHE SIEMENS MIJ. N.V.

te 's-Gravenhage

kan op de **afd. Sterkstroom** geplaatst worden een

Delfts Electrotechnisch Ingenieur

en

M.T.S-er

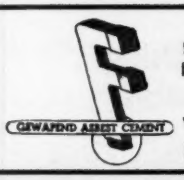
voor het uitwerken en acquireren van hoog- en laagspanningsprojecten. Zij, die op dit gebied reeds werkzaam zijn geweest, genieten de voorkeur.

★

Eigenhandig geschreven sollicitaties met volledige inlichtingen te zenden aan de Directie, Rijnstr. 24.

CONSTRUCTIE WERKPLAATS
fa. A. & J. PUPER
Gaslaan 218 Tel. 392050 Den Haag
heeft nog capaciteit vrij voor:
licht PLAAT- CONSTRUCTIE- STAMP- en MONTAGE-WERK, in massa en serie.
Vraagt vrijblijvend offerte of bezoek.

Speciaal Machines
volgens ontwerp
en tekening
N.V. PROEFBEDRIJF E. B. M.
SCHERPENZEEL (Gld.) TEL. 3497 - 373

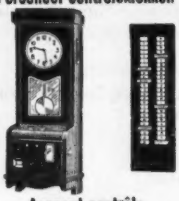


„FERROCAL"
kokers, kanalen,
kappen voor ventilatie,
verwarming, afzuiging enz.
DOESBURG - TELEFOON 305

H. J. TJADEN & ZONEN C.V. - HAARLEM
TELEFOON K 2500—15376 NA 18 UUR 23083
GRONDBORINGEN
WATERVOORZIENING
BRONBEMALING

Nachtwakers-controleklokken
uit voorraad leverbaar

Personeel-controleklokken



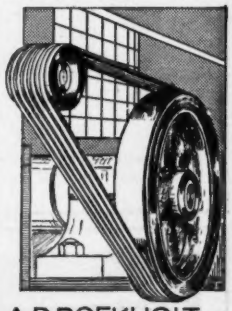
Accoord-controle

Stempelafdruk en natuurlijke grootte:
28 VII 20^25
Prijs f 350.
J. Klaver TEL. 3955 **Hengelo**

NEDERLAND-WATERLAND
door
IR H. A. M. C. DIBBITS
Dit fraai uitgevoerde boek is zowel interessant voor de leek als van belang voor studerenden en specialisten op het gebied van de Waterstaat.
PRIJS f 15.75 GEB.
Verkrijgbaar bij Uw Boekhandelaar
Uitgave van N.V. A. Oosthoek's Uitg. Mij., Utrecht.

CUPOLOVENS
KROESOVENS
VLAMOVENS
SMEEDOVENS
AANWARMOVENS
SPANTOVENS
EMAILLEEROVENS
HARDINGSOVENS
VERZINKOVENS
KERNDROOGOVENS
VORMDROOGOVENS
LAKDROOGOVENS
★
INDUSTRIE-OVENBOUW
RENIRIE & Co.
CUYK a.d. MAAS

V SNAAR-AANDRIJVINGEN



A.D. BOEKHOLT N.V.
— GRONINGEN —
AMSTERDAM—ROTTERDAM

N.V. GEBRS. GOEDHART'S AANNEMINGSBEDRIJF

Waalsdorperweg 125 — 's-Gravenhage
Telefoon 775223
Telegrammen: Deepening, Haag.

BAGGER EN GRONDWERKEN

M. DUINTJER & ZONEN N.V.

Electrotechnische Groothandel. Wildervank, tel. Veendam 44
Grossiers, gespecialiseerd in materiaal voor KRACHTINSTALLATIE.
Zeer ruime sortering in:
Gesloten en druipwaterdichte electromotoren —
Beveiligingsmateriaal — Schakelkasten —
Kastenbatterijen, compleet en in onderdelen.

NECO

REDUCTORMOTOREN

In alle gangbare toerentallen. Grootste vermogen aan de as 2 PK, laagste assnelheid 0,0773 opm.

TECHNISCH BUREAU ELECTRA - W. M. BRANDT

OUDE VARKENMARKT 3 — LEIDEN — TEL. 24352

KOPER- EN METAALGIETERIJ

LEO TOUW

TETERINGSEDIJK 167
BREDA TEL. 8701

MGK
WETTIG GEDEPONEERD
GERECHTIGD TOT HET VOEREN VAN HET WETTIG GEDEPONEERD MERK

Uw adres voor

BRONSGIETWERK

in elke gewenste legering. Ook alle soorten

ALUMINIUM GIETWERKEN

Dagelijks wordt meerdere malen gegoten.

Voor spoedreparaties staan wij steeds voor U klaar. U vraagt .... wij leveren.

METAALINDUSTRIE A. VAN PUTTEN & ZN.

LIJNBAAN 43 B - DORDRECHT TELEFOON 5953

Speciale Fabriek voor:

* Snijstempels
Zet- en Buigstempels
Hoogslijtvaste onderdelen
voor de Betonindustrie
Rechte- en
Profielschaarmessen

SPECIAAL INGERICHT VOOR HET HARDEN EN CEMENTEREN

Nog steeds leveringsmogelijkheden voor:

- verenbandstaal met minimum 0.75% C.
- warmgeperste en blanknagetrokken massieve en andere profielen, uit gelegeerd- en koolstofstaal.
- smeedstukken tot ca. 15 ton, voor- en klaarbewerkt.

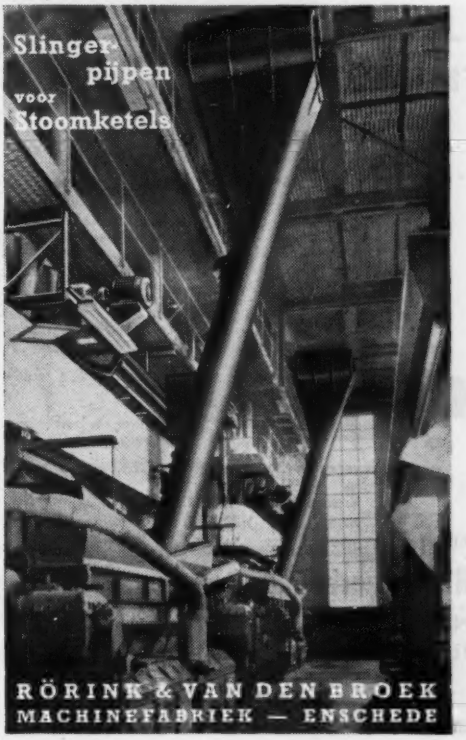
Uw aanvragen zien wij gaarne tegemoet.

NEDERLANDSCHE STAAL IMPORT MIJ N.V.

HONTHORSTSTR. 10 - AMSTERDAM-Z. - TEL. 21748-21863

SWARTTOUW
SCHIEDAM

TANKS · GASHOUDERS
BRUGGEN
PIJPLEIDINGEN
GEBOUWEN
•
STAALCONSTRUCTIES



HAVRY C.V.

TECHNISCH BUREAU EN MACHINEFABRIEK

LOOSDUINEN

Tel.: K. 1700 — 396135

SPECIAALMACHINES
VOOR IEDERE BRANCHE

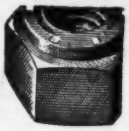
- **Constructie-werken**
- **Ketelmakerij**
- **Aanleg van pijpleidingen**

Reparatie- en lasbedrijf

J. van der Maat & Co. - Delft

Surinamestraat 17 - Tel. 2920, na 5.30 uur 3454

Absoluut trillingsbestendig
Borgen in iedere stand
Te gebruiken bij normale bouten
Vervangen kroonmoeren met splitpenborging



"PINNACLE LOCK NUTS NEVER WORK LOOSE"

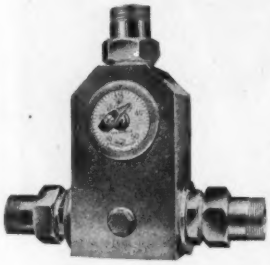
Kunnen herhaald gebruikt worden
Vlugge en meer economische montage
Vereisen geen boren, passen of klinken

Inlichtingen: Vertegenwoordigers voor Nederland
c.v. P.L.W. de Ridder & Co.
Heerengracht 167 Amsterdam C.

EEN PRODUCT VAN SIMMONDS AEROCESSORIES LTD., GROOT-BRITTANIE

THERMOSTATISCHE MENGBATTERIJ

„Le Cybèle"



- Door draaiing van de wijzer verkrijgt men elke gewenste temperatuur tussen 10 en 50°
- Automatische menging van koud en warm water
- Verbranden onmogelijk
- Besparing van calorieën
- Kranen- en buizenbesparing.

Te leveren in de maten ½" tot 150 mm.

Vraagt vrijblijvend inlichtingen

Alleenvertegenwoordigers:

N.V. IJzerhandel Gebr. van Campen

NIJMEGEN — AREND NOORDUYNSTRAAT 3-7
TELEFOON: (K 8800) 20441 — 10 LIJNEN

Filiaal:
EINDHOVEN — ZWEMBADWEG 12 — TEL. (K 4900) 3796

N.V. NEDERLANDSCHE MACHINEFABRIEK

„ARTILLERIE-INRICHTINGEN"

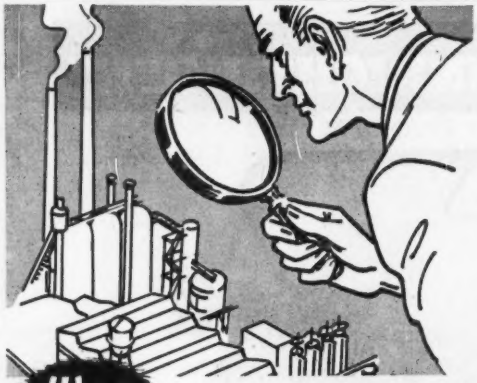
HEMBRUG ZAANDAM

uiterst nauwkeurige bank voor alle voorkomende werkzaamheden en massaproductie

VERKOOPORGANISATIE:

LINDETEVES N.V. METAALBEWERKING

KANTOOR EN SHOWROOM: NIEUWMARKT 17-23 · AMSTERDAM-C · TEL. 46974-40345



Wat weet een buitenstaander van mijn fabriek?

Veelal minder en soms meer dan Uzelf

Wij hebben een jarenlange ervaring in het opsporen van zwakke plekken in fabricage-processen, het verhogen van de efficiency en het rendement van bedrijven. Vraag ons - vrijblijvend - nadere bijzonderheden omtrent de diensten, die wij anderen bewezen hebben en die wij U wellicht ook kunnen bewijzen.

INGENIEURSBUREAU S VOOR CHEMISCHE EN FYSISCHE TECHNIEK

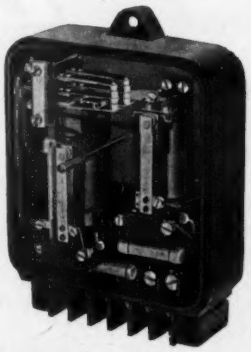
Ph. J. Schuytvlot & Zoon

HAARLEM - FONTEINLAAN 3 - TELEFOON 12951

SAIA (BERN)

Zeer gevoelige

HULPRELAIS



voor sturing door middel van contact-instrumenten zoals: voltmeters, ampèremeters, wattmeters, manometers, hygrometers, thermometers, enz.; welke van zeer zwakke stuurcontacten voorzien zijn.

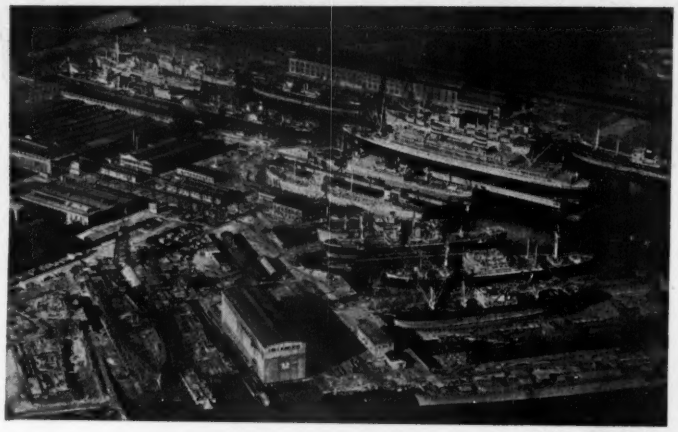
Zilveren hoofdcontact voor: 6 A
Belasting der stuurcontacten: 0,01 VA
Belastingsduur der stuurcontacten: 0,06 sec.

N.V. E. M. ELECTROSTOOM

POSTBUS 301 — ROTTERDAM — TEL. 82720

DOK- EN WERF-MAATSCHAPPIJ

ROTTERDAM **WILTON-FIJENOORD N.V.** SCHIEDAM



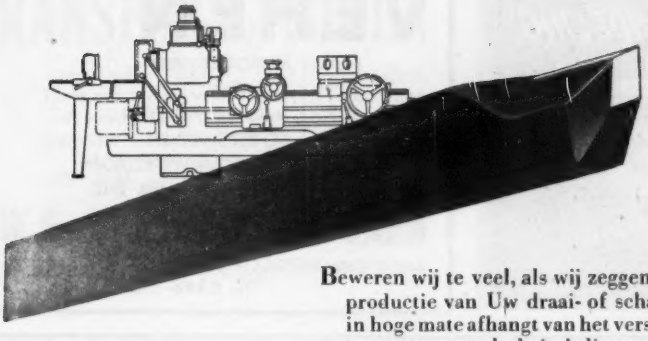
K.L.M. Foto Copyright

SCHEEPSBOUW WF **MACHINEBOUW**

REPARATIE

★

SCHEEPSDIESELMOTOREN



Deze punt bepaalt de productie van Uw draai- en schaafbank.

Beweren wij te veel, als wij zeggen, dat de productie van Uw draai- of schaafbank in hoge mate afhangt van het verspanend vermogen van de beitel, die op de bank staat? De R.S. 10% Co. snelstalen stompgelaste draai- en schaafbeitels (HR_C 65 ± 1) en staafbeitels (HR_C 67 ± 1) halen uit Uw bank wat er in zit.

R. S. **Stokvis** & ZONEN N.V.

JAVASTAAL - STOKVIS N.V. - DJAKARTA

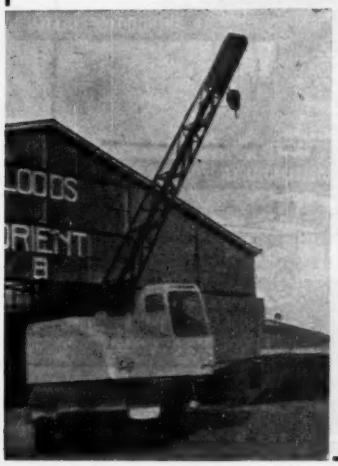
N.V. CODUM

Combined Dutch Manufacturers

Coolsingel 79-IV, Telefoon 22515, ROTTERDAM

•

Fabrikanten van de eerste in Nederland vervaardigde Rijdende Kraan



Capaciteit:
6 M radius 1500 kg.
2½ M radius
3000 kg.

•

Grote snelheden

•

Soepele bediening

•

Geheel electrisch

•

Ook leverbaar in capaciteiten van 6 tot 10 ton

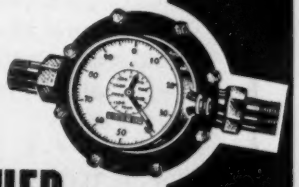
OVAALRAD METERS

voor:

KETELVOEDINGWATER
OLIE
BENZINE
SMEEROLIE
MELK
EN
INDUSTRIEËLE VLOEISTOFFEN

alleenvertegenwoordiging

H. E. OVING Jr's. IJZER & STAALHANDEL N.V.
ROTTERDAM
AMSTERDAM GRONINGEN



BOPP & REUTHER
G M B H
MANNHEIM-WALDHOF

VERWARMING EN LUCHTBEHANDELING

Cramer

Sedert 1913

ZWARTEWEG 21 DEN HAAG TEL. 184737*

VEREN

Techn. veren voor:
MOTORRIJWIELEN
RIJWIELEN
MACHINEFABRIEKEN
SCHEEPSWERVEN
LANDBOUWWERKTUIGEN
ELECTROTECHNIEK ENZ.

VERENFABRIEK ATLAS N.V.
AMSTERDAMSESTRAATWEG 31 — MAARSSEN (U.)
TEL. K 3408—383

J. H. TÖNS
ROTTERDAM
COOLHAVENSTRAAT 40
TELEFOON 50684 - 66630

★

APPARATENBOUW
voor de CHEMISCHE- EN VOEDINGSMIDDELEN INDUSTRIE

in KOPER
RV STAAL
STAAL
ALUMINIUM
LOOD

PIJPLEIDINGEN

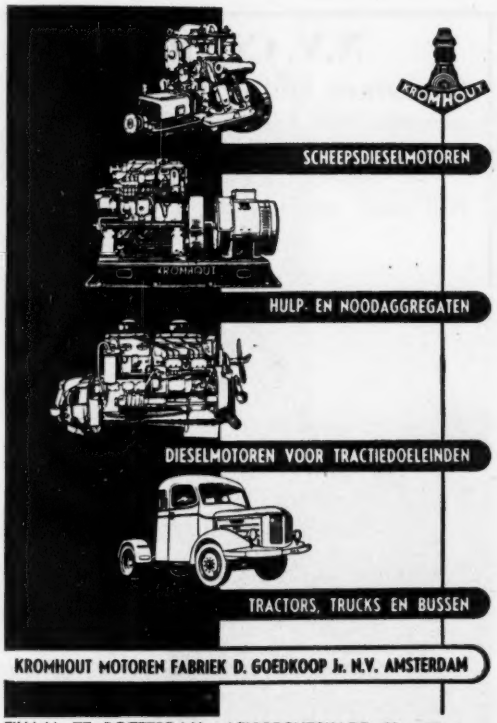
De werktijd ten volle benut

De arbeidslijst geeft de werktijden aan.

Met de ERICSSON Tijdstempelklokken is het te controleren of deze ook inderdaad worden aangehouden. Dit feilloos werkende systeem verhoogt de productie en efficiency.

Ericsson LM

ERICSSON TELEFOON-MIJ N.V.
Hoofdkantoor en fabriek: Rijen (N.Br.)
Verkoopkantoor: Gevers Deijnootplein 30 's-Gravenhage



KROMHOUT MOTOREN FABRIEK D. GOEDKOOP Jr. N.V. AMSTERDAM

FILIAAL TE ROTTERDAM: AELBRECHTSKADE 55c—57 c.

TRANSFORMATOREN

voor ieder bedrijf, voor ieder doel.
Ontsteek transf. voor oliestook-installaties.
Ook reparatie aan alle merken onder garantie.

Lage prijs. — Vlotte levering.

A.W.G. TRANSFORMATOREN

TELEFOON 408 — VALKENSWAARD

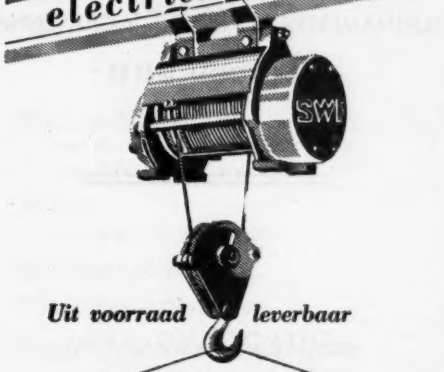
„JOHNSON"
OLIEBRANDERS
VOOR CENTRALE VERWARMING EN INDUSTRIE
IMPORTEURS SINDS 1930
HERINGA & WUTHRICH
HAARLEM

Beton- Bouw- en Waterbouwkundige werken

N.V. **Nederlandsche Aanneming Mij.**
v.h. F^A. H. F. Boersma

Binckhorstlaan 135, Den Haag - Tel. 772135

SWF
electrische takels



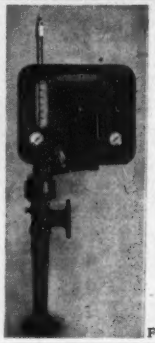
Uit voorraad leverbaar

Gemakkelijke uitwisselbaarheid van alle onderdelen. Alle assen van het drijfwerk lopen op kogellagers.

Technisch Bureau van Ad. A. Klein

KLEIN

Sarphatistraat 181 - Amsterdam-C. - Tel. 51061-52287



DE NIEUWE, PAKKINGLOZE FISCHER & PORTER FIG. 52 FLOWRATOR

voor

Gas- en Vloeistofmeting bij hoge drukken en temperaturen.

Meetbuis tevens meterhuis.

Uitvoerings-mogelijkheden:

a. aflezing bovenop meter
b. aflezing + registratie + totalisatie ter plaatse
c. aflezing ter plaatse + zender voor overbrenging op afstand.
(Zie ill.)

N.V. ZOETMULDER & VAN WINKEL

Regentesselaan 26 - 's-Gravenhage
Tel. K 1700—336597

FIG. 52-OK.

PARI PATENT
RIBBENBUIS

Het LABORATORIUM voor WARMTE- en STOFTECHNIEK van de TECHNISCHE HOOGESCHOOL te Delft stelde vast, dat de K-WAARDE van een stalen PARI-patent ribbenbuis met een doorlaat van 101 mm en een V.O. van 1,27 m² per m. pijplengte 24% HOGER was dan die van een stalen ribbenbuis volgens de normale constructie met geplooide ribben, doorlaat 102,8 mm met een V.O. van 1,41 m².

Door gebruik van PARI-patent ribbenbuizen bespaart U geld en plaatsruimte. En .... zij gaan langer mee!

N.V. NEDERLANDSE KOPERBUIZENFABRIEK
TEL. 21945 (K 1710) ZIJLDIJK 19, LEIDERDORP

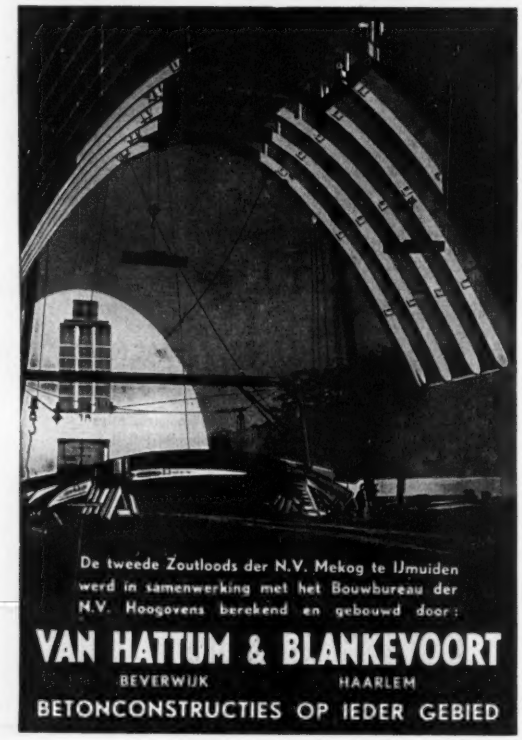
SPUITGIETERIJ BLEI
VELSEN TEL. 4215 - BEVERWIJK 3727

Spuitgietwerk in Zink en Aluminium
Legeringen en Messing
Eigen matrijzenmakerij

„VISNO"
Metaalbedrijf en Reparatie-inrichting
Spaarndamseweg 252 — Haarlem — Tel. 14233—22986
Visno figuurschaar — Rollen banen — Constructiewerk — Elevatoren — Tanks — Lopende banden — Afzuiginstallaties — Transporteurs — Zandstraal cabins.

Vsnaren
snaarschijven
complete aandrijvingen

METALLO
HELMOND - HOLLAND
Telefoon 2517



HOLLANDSCH AANNEMERSBEDRIJF

ZANEN VERSTOEP N.V.

SURINAMESTRAAT No. 29 - 's-GRAVENHAGE

TELEFOON 18 41 93

UITVOERING VAN

GROND-, BETON- EN BAGGERWERKEN

AANLEG VAN WEGEN

N.V. Scheepswerven „PIET HEIN"
v.h. Firma W. SCHRAM & ZONEN
Werven BOLNES en PAPENDRECHT

Reparatie- en nieuwbouw van alle soorten rivier-kustschepen en baggermateriaal

Dwarshellingen 115 en 120 M. lang, voor diepgaande vaartuigen — Overdekt Droogdok 115 x 32 Meter.

Inbouw en revisie van motoren

Telef.: ROTTERDAM 71354 en 77355.
DORDRECHT K 1850—3774 — RIDDERKERK K 1896—302

WIKKELWERK
REPARATIE
DRAAIWERK - BANKWERK
ACEC motoren in voorraad

N.V. ELECTRO INDUSTRIE FEITH
TIVOLILAAN 25 ARNHEM TEL. 20944

B. F. HANNENBERG
ELECTRO-TECHNISCH BUREAU
voor
Scheeps- Fabrieks- en Kraaninstallaties
reparatie • onderhoud
HAARLEM • OBISTRAAT 79 • TELEF. 20652

In- en Verkoop
BLOKMETAAL-BLOKLOOD-OUDE METALEN
en Residuen
FA GEBR. PLATTEEL — DEN HAAG

Kantoor: Daguerrestraat 119	Tel. 390154
Reitzstraat 215	Tel. 333638
Vinkensteinstraat 125/127	Tel. 336925
Binckhorstlaan 173	Tel. 772049

N.V. ZUURBESTENDIGE APPARATENFABRIEK D. B. KOOIMAN & ZOON „Z.A.F."
FABRIEK: NOORDHOEK 27-29, PAPENDRECHT. TEL. 7141. POSTADRES: POSTBUS 74, DORDRECHT
APPARATEN IN ROESTVRIJSTAAL, IJZER, KOPER, ALUMINIUM.
LOODWERK: HOMOGEEN VERLODEN - MET LOOD BEKLEDEN.
ROESTVRIJSTALEN EN LODEN AFSLUITERS.

afo

Motorschakelaars
met en zonder thermische beveiliging, voor opbouw en inbouw.

Relais
voor wissel- en gelijkstroom.

Hefmagneten

Vlotterschakelaars

Luchtstromingsschakelaars
voor air-conditioning.

Drukknopelementen

Vraagt onze catalogus.

„AFO" Apparatenfabriek „Overijssel", N.V.
TELEFOON 941 (5 LIJNEN) — HATTEM (GLD.).

DUPER WATERREINIGING N.V.
Herengracht 120 Telefoon 36468 Amsterdam-C

Alle producten van

THE CARBORUNDUM COMPANY

NIAGARA-FALLS (N.Y.-U.S.A.)

en hare beide

EUROPESE FABRIEKEN

worden thans geleverd onder hare fabrieksmerken

CARBORUNDUM en ALOXITE

Wij leveren deze materialen van grondstof tot iedere vorm van afgewerkt product:

KORRELS, POEDER, SCHUURPASTA
SLIJPSCHIJVEN IN ALLE BINDINGEN
AANZETSTENEN, SCHUURSTENEN, VIJLEN
SCHUURLINNEN en SCHUURPAPIER
(vellen, rollen, in iedere breedte, eindloze schuurbanden in alle maten, schuurschijven)
HOOGVUURVASTE MATERIALEN
SMELTKROEZEN

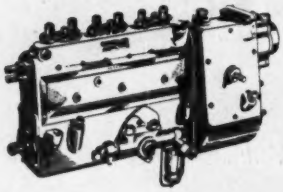
Alleenvertegenwoordigers voor Nederland:

TECHNISCHE HANDELSONDERNEMING „CARBORUNDUM - ALOXITE"

SCHOTERBOSSTRAAT HOEK FRANCISCASTRAAT — **ROTTERDAM-C.**

C.A.V.

verstuivers



Verstuivers voor alle typen brandstofpompen

Importeur voor Nederland

C.A.V.

Transmark

N.V. HANDELMAATSCHAPPIJ · TRANSMARK · HOOFTLAAN 57 · BUSSUM

HOFFMANN KOGEL- EN ROLLAGERS VOOR ELK BEDRIJF

De door onze fabriek vervaardigde producten worden uitsluitend geleverd in die kwaliteit, welke voldoet aan de hoogste eisen
Elk Hoffmann lager is een meesterstuk van Engels precisiewerk, waar achter een 50 jarige ervaring staat.

HOFFMANN

Kogellagers (Nederland) n.v.

Keizersgracht 672, Tel. 32057
AMSTERDAM-C.

BODDAERT & Co.

IJZERGIETERIJ
MIDDELBURG

TEL. K 1180—2895.
POSTBUS 60

elk aantal
Vormmachine-gietwerk
elk gewicht

MODELMAKERIJ

van 20 kg.
Handvorm-Gietstukken
tot 20 ton.

OLIELOZE VENTIELSCHAKELINRICHTING

Gemeente Energiebedrijf Amsterdam. Onderstation „Karperweg".
Dubbelrail Ventielschakelinrichtingen voor 50 kV, 10 kV en 3 kV met drukluchtschakelaars en luchtisolatie.

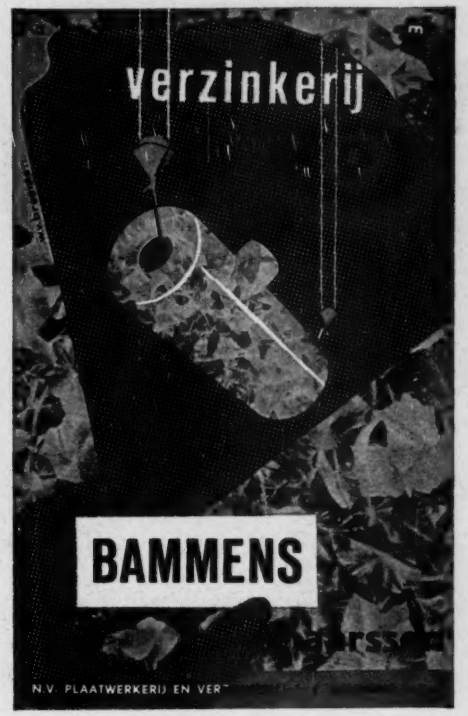
CALTEX

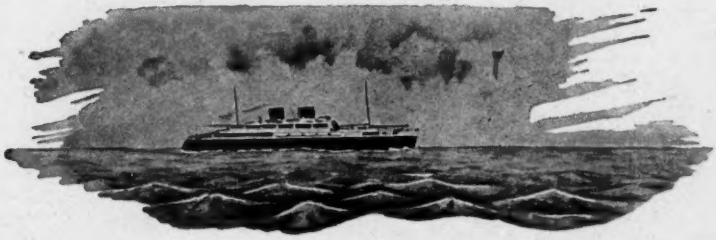
CALTEX

SMEERMIDDELEN

VOOR ELK DOEL

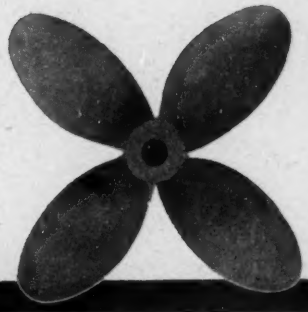
Besparen U geld!





Scheepsschroeven

in ongelegeerd en gelegeerd gietstaal



DEMKA STAAL

NEDERLANDSCHE STAALFABRIEKEN V/H J. M. DE MUINCK KEIZER N.V. UTRECHT